

LSI 設計業務におけるインターンシップ
事前学習支援 WBT システムの研究

2012年 9月

田 中 良 一

目 次

第 1 章	緒論	… 1
1.1	研究の背景	
1.2	ICT を利用した先行研究とキャリア教育	… 2
1.3	本論文の構成	… 3
第 2 章	LSI 設計業務におけるインターンシップの 流れと問題点（D 社のケース）	… 4
第 3 章	事前学習支援のための LSI 設計の教材開発	… 9
3.1	インターンシップに事前学習を導入した経緯	
3.2	事前学習 e ラーニングの教材制作について	
3.3	新人社員教育調査をもとにした事前学習教材制作	…12
3.4	教材内容	…17
3.5	設計の準備手順	…27
第 4 章	事前学習支援 WBT の開発と運用	…34
4.1	事前学習支援 WBT の開発	
4.1.1	PSS-WBT に利用した社員教育支援システム の調査研究	
4.1.2	提案した PSS-WBT 概要	…36
4.1.3	事前学習のメリットと課題	…39
4.1.4	レイアウト設計体験の提案	
4.2	PSS-WBT 開発のねらい	…40
4.3	PSS-WBT のモジュール開発	…41

4.3.1 ユーザー管理モジュール	…42
4.3.2 学習管理モジュール	…44
4.3.3 教材提供モジュール	…45
4.3.4 キャリア教育モジュール	…46
4.3.5 インターンシップ管理モジュール	…47
4.4 PSS-WBT 教材の実装（LSI 設計）と運用	…48
4.4.1 教材提供のねらい	
4.4.2 教材構成	…49
4.4.3 PSS-WBT の運用	…51
 第 5 章 インターンシップの事前学習支援に導入した PSS-WBT に関する利用効果の評価検証	…54
5.1 PSS-WBT の問題点と改善方法	
5.2 PSS-WBT の利用効果の検証と評価	…56
5.2.1 PSS-WBT の利用効果アンケート	
5.2.2 企業担当者のインターンシップ学生実習 評価	…60
5.2.3 実習の進行に関する評価	…61
5.2.4 企業担当者の実習負荷に関する効果検証	…62
 第 6 章 結論	…64
 付録	…66
 謝辞	…72

参考論文・参考文献

…73

第 1 章

緒論

1.1 研究の背景

学生が卒業後に速やかに産業界のニーズに応え、社会において自らの能力を発揮できることは極めて重要なことであるが、新卒者が、3 年以内で、早期離職する率は、厚生労働省職業安定局業務統計によると 2008 年で、大卒 30.0%、高卒で、37.6%と高くなっている。また、厚生労働省委託「若年者の職業生活に関する実態調査」では、3 年を超える正社員の離職理由として、1 位は、会社に将来性がない。2 位は、賃金が安い・勤務時間が長い・仕事がキツイ。3 位は、キャリア形成の見込みがないとなっている。

在学中に企業や職業について十分に理解しないまま就職し、不本意就職や職業選択のミスマッチに至るケースも多い。これに対して、企業では、会社説明会に加えてインターンシップが試行実施されている。

インターンシップは、1906 年にアメリカ合衆国シンシナティ大学工学部長 ヘルマン・シュナイダー（Herman Schneider）博士の創案で大学と地元の工作機械メーカーの間で行われたのが始まりと言われている。

日本では、学生が在学中に自分が興味を持った職業に一定期間企業等で実習生として働き、自分の将来に関する就業体験をする制度として、1997 年に「インターンシップの推進に当たっての基本的考え方」により、基本的な方針が 3 省（文部省、通商産業省、労働省）の連携で示され、行政主体で大学に導入された経緯がある。⁽¹⁾⁽²⁾ また、厚生労働省⁽³⁾⁽⁴⁾ は「インターンシップ等学生の就業体験のあり方に関する研究会」を設けて検討し、産業界⁽⁵⁾⁽⁶⁾ では、「日経連イン

ターンシップ推進支援センター」などを設立し、企業と大学の調整連携^{(7)～(10)}を図っている。

インターンシップの形態として、①理論実践型：企業人やいろいろな有識者を講師として招いた座学、②職業意識醸成型：企業と大学が連携した企業セミナー、③現場体験型：学生が企業に出向き企業人と共に就業体験が上げられる。

大学では、積極的にインターンシップの導入が進み、その実施率は、1997年に18.3% (107校)であったが、2007年には、67.7% (504校)になっている。また、2007年の大学3年生は、74.7%であった。

(文部科学省中央教育審議会)

一方、企業では、採用と同様の方法で、応募学生の志望動機、基礎専門知識、人物所見等を把握し、インターンシップの実習目的と学業の達成を見極め、受け入れの判断にしている。たとえば、理工系学生の募集⁽¹¹⁾に専門テーマのスキルを持つ学科学生を受け入れるケースもある。

さらに発展させて、大学では、キャリア教育の一環として、インターンシップの単位化が始まっている。

1.2 ICTを利用した先行研究とキャリア教育

小川ら⁽¹²⁾ (2003年)によるICTを利用した「インターネットによるインターンシップ」では、TV会議システムを利用して、大学と企業を繋ぎ、学習支援にWEBグループウェアによる業務日報、学生の入退出管理、ファイルアップロード付き掲示板とHTML化した教材等を取り入れた結果、インターンシップ実施への効果が出ているとの報告がある。

古園ら⁽¹³⁾ (2006年)が行った「個別指導機能を持つ論理回路実験のためのWBTシステム」では、入退出、学習開始、個別指導機能によるアドバイス、チャット指導、学習終了、アドバイスの自動生成をMYSQLのデータベースにより実現し、インターンシップの学習支援に導入した結果、個別指導機能の効果が示さ

れた報告がある。

羽衣国際大学の池田ら⁽¹⁴⁾ (2009年)のケースでは、インターンシップの事前学習として「ビジネス実務」を展開している。この授業では、インターンシップの事前教育のみならず、学生のキャリア形成や就職活動に効果があったと報告されている。

これらの例のように遠隔学習システム(Tele-Learning System)は、物理的かつ時間的に離れたフィールド間のコミュニケーションを向上させる有効な手法であり、主に学習支援システム(CAI : Computer Aided Instruction)^{(15)~(18)}と学習管理システム(LMS : Learning Management System)の機能を有する。また、CMS (Content Management System)を利用した教育サイトも普及している。^{(19)~(21)}

著者は、インターンシップの事前学習にWBT(Web Based Terminal)型の遠隔学習システムによる必要な専門知識の学習支援を試みた。

本稿では、開発した事前学習支援WBTシステム(Prior Study Support WBT System、以下PSS-WBTと記す)の製作^{(22)~(24)}と利用効果について報告する。

1.3 本論文の構成

本稿の構成は以下の通りである。

2章は、インターンシップの流れと問題点をD社のケースから出された問題をまとめ、改善すべき提案内容を述べる。3章では、提案した事前学習に必要な教材開発を行うために、D社で実施している社内教育を調査研究して、インターンシップの事前学習に必要な教材開発を行った内容を述べる。4章は、事前学習に導入したPSS-WBTの開発と運用について述べる。5章では、インターンシップの事前学習支援に導入したPSS-WBTに関する利用効果と評価検証について述べる。

第2章

LSI 設計業務におけるインターンシップの流れと問題点 ーD社のケースー

半導体関連メーカーであるD社（DNP LSI Design）では、2004年より採用目的の一環として、インターンシップを導入し、大学3年生を対象とするインターンシップ実習生を毎年8月に5名程度を受け入れている。

表1にインターンシップ実習カリキュラムと図1に8ビットカウンターのブロック図と図2にレイアウト完成図を示す。実習は、2週間の10日間コースの論理回路からレイアウト設計コースを用意した。

表1 インターンシップ実習カリキュラム
ー8ビットカウンターのLSI 設計体験コースー

日程	実習内容
1ヶ月前	実習に必要な専門基礎知識の事前学習（各自自習）
1日目	○LSIができるまでの設計フローの理解 仕様→論理設計→機能検証→合成→レイアウト設計→検証→マスク→LSI製造
2日目	○スタンダードセルの動作を机上学習 演習を実施（NOT, NAND, NOR, EXOR, D-Latch, D-F/FF）
3日目	○スタンダードセルの動作を学習Verilog-XLを使って波形で動作を学習
4日目	○8ビットカウンタの仕様の理解
5日目	○8ビットカウンタのRTLコーディングVerilog), ○HDL文法チェック (spyglass)
6日目	○8ビットカウンタの機能検証項目の抽出, 機能検証用テストパターン作成
7日目	○8ビットカウンタのRTLネットリスト機能検証(Verilog-XL)シミュレーションを実行し, 波形を目視で確認
8日目	○8ビットカウンタの論理合成(RTL→Gateレベル) ○RTL⇔Gateレベルのネットリストを等価検証(Conformal-LEC)
9日から 10日目	○8ビットカウンタのGateレベルネットリスト機能検証(Verilog-XL) ○まとめ ○報告書作成

図1は、8ビットカウンタを設計するため、4ビットのバスラインによる上位部と下位部のカウンタ回路を作成する仕様書である。

図2は、実際に論理図をHDL記述して自動配置配線を行った実際のフォトマスク設計図面である。

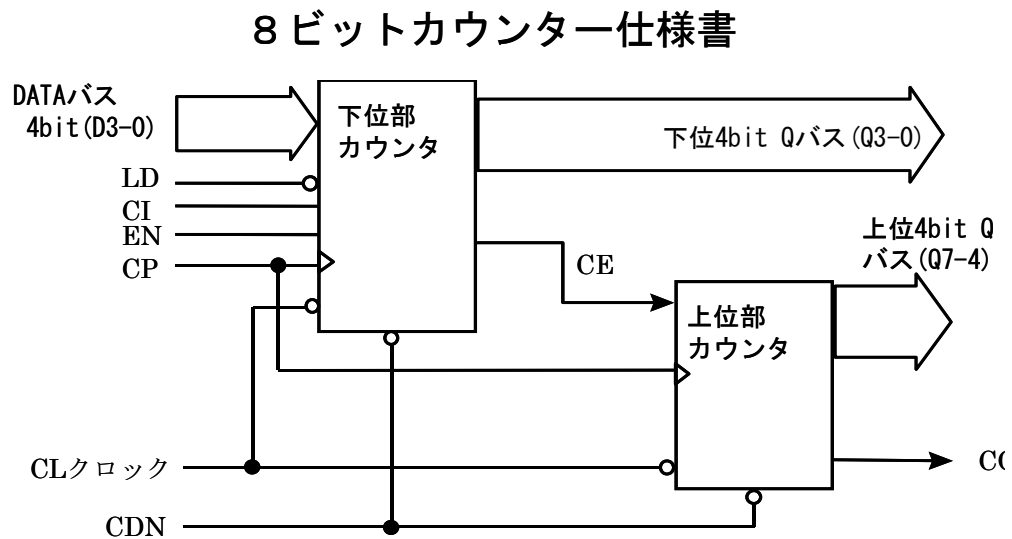
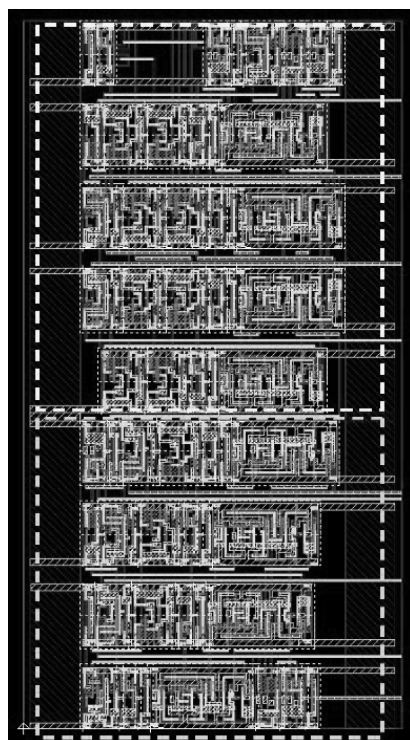


図1 8ビットカウンタブロック



ブロックレイアウト

(上位部、下位部)

スタンダードセルを用いて、

8ビットカウンタをブロック

レイアウトした完成図。

上位部

下位部

図2 8ビットカウンタ完成図

D 社では、インターンシップの実施にあたり、学生に必要知識の項目を示し、事前学習を指示していた。しかし、この学習方法は、学生まかせであったため、期待通りの成果は上がらず、インターンシップ実施中に補足説明が必要となり、スケジュールの進行に支障が出ていた。ここでの問題点は、学生の受け入れの判断に用いた人物所見等の書類で明らかになった。

インターンシップに必要なスキルや技能が把握できなかったことであり、インターンシップをスムーズに行うためには、受け入れ時までに個々の学生に応じたきめ細かい事前学習が必要である。特に D 社の場合は、LSI 設計を実習課題とするため、参加学生には、基礎専門知識として、2 進数、ブール代数、論理回路の基本動作など、更にレイアウト設計では、半導体の材料、物性論、回路特性などが要求される。

設計用ソフトウェア (CAD) による机上設計が主な作業となるため、コンピュータ操作の基本知識も必要である。実習では、LSI 設計 (論理回路設計からレイアウト設計) の全てを体験する。そのために、事前の 1 ヶ月間で十分な基礎専門知識を整理できるようにしなければならない。

以下に問題点と解決策のまとめを示す。

問題 1：学生に学習指示

インターンシップの実施にあたり、学生に必要知識の教材提供をせず、学習しておく様、電子メールで指示したが、事前学習をしない学生がいた。

問題 2：事前学習は、学生まかせ

期待通りの成果が上がらず、インターンシップ実施中に補足説明が必要となり、スケジュールの進行に支障が出ていた。

問題 3：学生の受け入れの判断

大学から提供された人物所見等の書類では、インターンシップに必要な LSI 設計スキルや技能が把握できなかった。

解決策 1：各学生支援

受け入れ時までには個々の学生に応じた、きめ細かい事前学習が必要。

解決策 2：教材提供

LSI 設計実習として、学生に求める基礎専門知識（2 進数、ブール代数、論理回路の基本動作など、更にレイアウト設計では、半導体の材料、物性論、回路特性など）を提供する。

解決策 3：コンピュータ操作

設計用ソフトウェア (CAD) による、机上設計が、主な作業となるため、コンピュータ操作の基本知識を実習時に教育する。

解決策 4：演習教材提供

LSI 設計の論理回路設計からレイアウト設計を体験する。そのために、1 ヶ月間で十分な基礎専門知識を整理するシステムを作る。

表 2 に表 1、表 4 の専門用語（回路や設計ツール）の用語を示す。

表 2 用語

専門用語	
NOT (Inverter)	論理否定回路
OR	論理和回路
AND	論理積和回路
NOR	論理和回路の前に論理否定回路
NAND	論理積回路の前に論理否定回路
EXOR	排他的論理和
FF	順序回路 (FlipFlop)
D-FF	D-FF D (DATE)-FF, D-Latch と呼ばれる
CMOS	Complementary Metal Oxide Semiconductor
Spyglass	RTL 設計の早期段階での解析ツール
Verilog-HDL	LSI を設計するために使われる言語
LSI	Large Scale Integration
RTL	Register Transfer Level
HDL	Hardware Description Language
CAD	Computer Aided Design
Conformal	LSI 設計検証ツール
MYSQL	MYStructured Query Language
ICT	Information and Communication Technology
CAI	Computer Aided Instruction
LMS	Learning Management System
Test Pattern	回路が要求仕様通りに動作するかを観測するためのテストデータ

第 3 章

事前学習支援のための LSI 設計教材開発

3.1 インターンシップに事前学習を導入した経緯

インターンシップに事前学習の導入を提案したきっかけは、1995 年ごろ新卒採用の求人活動で、大学理工系学科就職担当教員を訪問したとき、企業実習を授業の一つとして、行っているのを、学生を受け入れてくれないかが始まりである。

実習は、受け入れ学生に技術資料を電子メールや郵便で、事前に指示したが、基礎専門知識の事前習得ができていなかった。

就職担当教員の学生情報と違い、実習担当者と受け入れ学生の専門性にギャップあり、実習が円滑に進められなかった。

基礎専門知識を持って実習に望む学生であれば、実習担当者は、LSI 設計に関する指示を出し、学生は、指示に従い LSI 設計ができた。しかし、実習担当者が期待する基礎専門知識がなく、実習計画通りにできなかった。

3.2 事前学習 e ラーニングの教材制作について

半導体製造工程は、商品企画、仕様設計、システム設計、協調設計、機能・論理設計から回路設計、レイアウト設計および検証、そしてフォトマスク製造・LSI 製造、LSI テスト・評価の流れ、レイアウト設計は、LSI 製造工程の中央に位置している。

学生にレイアウト設計を理解してもらうために図 3 に示した LSI 設計工程図

からレイアウト設計体験ができる教材を制作した。

レイアウト設計体験は、論理設計で作成された論理図をデータ化（ネットリスト）して、フォトマスク（LSI 製造・露光工程で用いられる LSI 回路パターン原版）に描画するためのレイアウトデータ（フォトマスクパターン）を作成する工程のことで、LSI 仕様に従った機能を満足させるよう、トランジスタ、抵抗、容量などの素子寸法を決めながら配置配線し、これらの素子間を配線する。その際プロセスに適合した設計ルールに従う必要がある。また、電気特性を考慮しながら配置配線の最適化を行い、できる限りチップ面積を小さくする必要がある。

レイアウト設計体験は、図 4 に示した NOT 回路のレイアウト設計体験をする。

設計テクニックについては、写真や動画を見ながら理解してもらう工夫がなされている。

本研究の目的は、インターンシップに事前学習を取り入れ、LSI 設計に興味ある学生に電子回路、論理回路および LSI 設計体験の基礎専門知識を通して、LSI 設計を支援することである。

新人教育で利用した学習教材（画像・PDF・動画 VDT・HTML）を取り入れた e ラーニングをベースとした。

特徴は、電気電子・情報・物理学科系学生のみならず、基礎科目を履修していない学生も LSI 設計が理解できることである。

インターンシップに導入した事前学習教材^{(25)~(30)}は、レイアウト設計工程に従い提案し、レイアウト設計体験では、論理設計（RTL 設計） → 回路設計（回路図入力） → レイアウト設計（レイアウト検証）までをメディアを駆使し、学生に解りやすく制作した。

LSI 設計学習の理解項目は、以下に示した内容である。

1. ブール代数
2. 2進数、16進数
3. 電気・電子回路・電子物性
4. オームの法則、キルヒホッフの法則、半導体素子の特性
5. 論理図 \leftrightarrow 回路ゲート変換方法
6. CMOS のスイッチング動作
7. UNIX（基本操作）
8. スクリプト言語（C 言語，シェル，AWK など）
9. コンピュータシミュレーション技術
10. 報告連絡相談のコミュニケーション

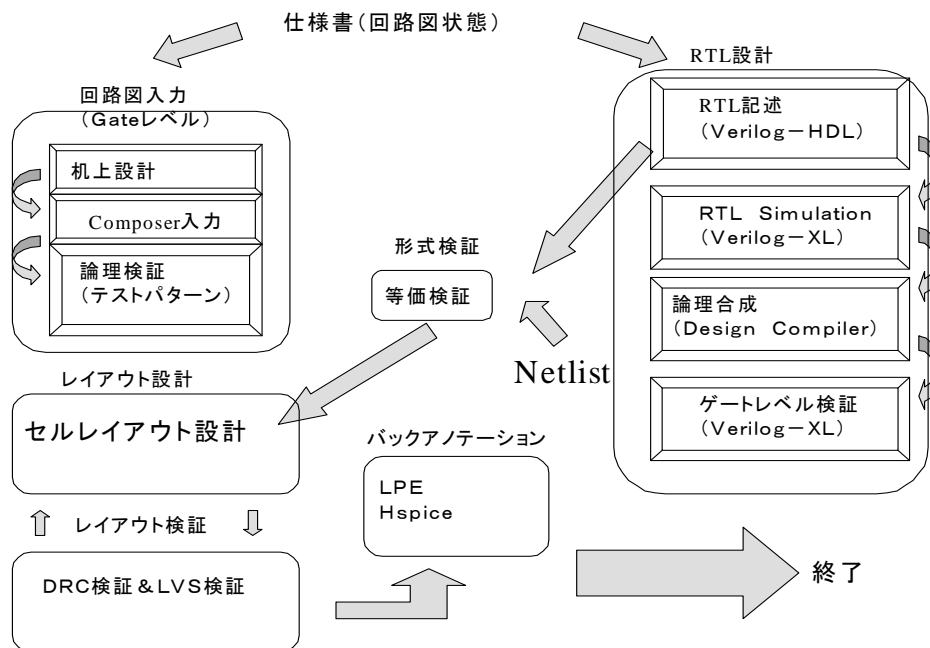


図3 LSI 設計工程

LPE（Layout Parameter extraction）：寄生素子抽出ソフト

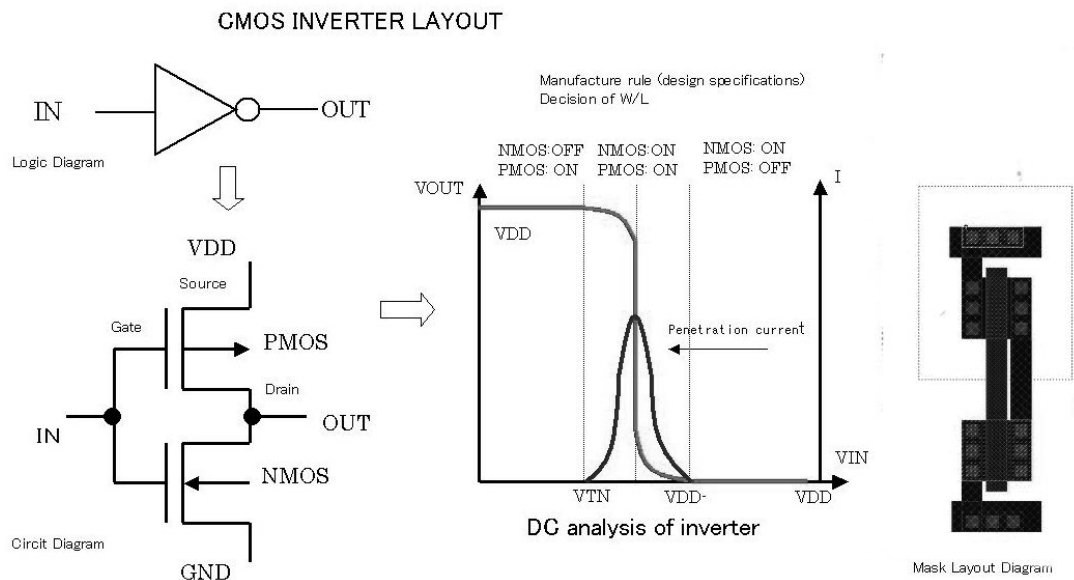


図 4 NOT 回路のレイアウト設計工程図解

3.3 新人社員教育と社員教育調査をもとにした事前学習教材制作

1) 新人社員教育の調査

新人社員教育は、毎年利用している教材をブラッシュアップして実施している。

講義内容は、会社業務説明、ビデオ利用の技術教育、電気回路の基礎、社内見学・デモ、半導体の概念、CMOS設計の基礎、研究所・開発部よりの業務説明、論理代数、システムについてである。

実技実習の内容は、LSI設計制作演習（仕様からレイアウトまでをパソコン端末を利用して、8ビットカウンターの設計を行う）。

① 新人社員教育について

新人社員教育では、ポイントになるところを新人社員に説明してもらい、抜けている内容について説明を加え、理解度を確認しながら進める。たとえば、

回路シミュレーションはよく理解しているが、回路シミュレーション結果が適切値であることを判断できない場合もある。また、理解したつもりで、他者に説明できない場合もある。自分の言葉で説明できるようになって、はじめて理解が深められたといえる。

②新人社員に興味を持ってとりくませる方法

図5は、新人社員教育の受講風景である。



図5 新人教育の風景

新人社員教育の実施方法として、2人1組のパソコン利用の実習をしていた。たとえば、「実習を2人で検討しあいながら進めるチーム」また、「実習を完全分業制にしているチーム」があり、前者のチームは、特に問題ないが、後者のチームで、学生時、LSI設計の卒業研究をしていた新人社員がいた場合、実習時

間の1/2近い時間が待ち時間になってしまう。

2009年から、PC利用を1人1台にして、待ち時間の解消を図った。

③教え方の事例

新人社員に対して、難易度に応じて、やさしい（レベル1）、普通（レベル2）、難しい（レベル3）に分けて説明する。

レベル1：一日中勉強ばかりだと、実習が飽きてしまう日もあるので、眠くなりやすい午後は、自己紹介のテーマを決め、20分～30分間話してもらう。

レベル2：理解しにくい「半導体物性の概念」を教えている時は、半導体の動きを視覚的に見られるホームページ⁽²⁸⁾を利用して説明する。また、3時間講義では、30～40問題を用意し、途中途中で、講師から質問を出し、受講者に答えてもらう。

レベル3：LSI設計演習を通して、業務説明をすることである。

④理解度テスト

社内セミナーでは、2008年10月から理解度テストを実施した。

理解度を確認することで得意／苦手な箇所を認識することができ、教育効果のアップにつながる。

2) 社員教育の調査

社員教育には、「社内セミナー」と「勉強会」があり、後者の方が、教育効果が高い傾向にあった。

DNPグループ創発21の「ものづくり活動」からD社は、社員教育を活動の一つと位置付け、教育ニーズを社員からアンケート調査を行い、教育実施項目を決めた。

①社内セミナーの教材調査および実施工程

1. 分科会委員の選出（論理、回路、レイアウト）
 2. 各課ニーズの洗出し、教材提供
 3. ニーズのまとめ（OJT、一般、専門）
 4. 各分科会で、教育実施内容検討（OJT、一般、専門）
 5. 講座（実施項目、教材作成、時間、講義の難易度）
 6. 一般・専門講座の実施
- ※社内セミナーは、課内教材を講座用に作成。
7. 他専多能の実施：研究メンバー選出、研究会実施（一般・専門の中から実際の製品開発を行った）

図6に示した「社内セミナー」は、上長推薦と自由参加形式がある。自由参加の場合は、WEBから登録して、事前アンケートに知りたいことを書き込む。講師は、事前アンケートの要望を取り入れて講義を行う。



図 6 社内セミナー風景

受講者が、一方的に習うのみではなく、教わりたい内容を講師に伝えておくことにより、講師の持っているノウハウを効果的に引きだせる。そして、講義

終了後、簡単な確認テストを受講者に行う。解答は、社員教育支援システムに掲載し、理解不足を掲示板やメールで、問合せして理解を深める。職場に近い社員は、直接講師に聞きに行く。しかし、「社内セミナー」は、受講者から質問が出ず、講師から受講者へ一方通行での説明で終るケースも多い。（若手社員のときが多い）

受講者の何人かにヒアリングしたところ、「わからないことがあっても、面識のない人と、一緒に参加しているセミナーでは、恥ずかしくて、質問できなかった」という声がある。教育効果を高めるために受講者に質問しやすい場を作ることが重要である。また、小集団活動での質疑や始める前のアイスブレイクも良い効果が出ている。

②「勉強会」の調査

課内勉強会は、担当メーカーから受注したLSI設計（同年同じ分野の設計が多い）に関する実務教育を実施している。

図7に示した課内勉強会では、受講者から質問や発言が出て、双方向のやりとりが多く、有意義な勉強会になる。特に協調学習効果が向上する。



図 7 課内勉強会の実習風景

勉強会では、受講者が、他者に説明する機会が提供できるため、受講者の説明力を伸ばす良い取り組み方法である。

3.4 教材内容

1) レイアウト設計 e ラーニング教材制作について

図 8 に e ラーニング教材の概念図を示す。

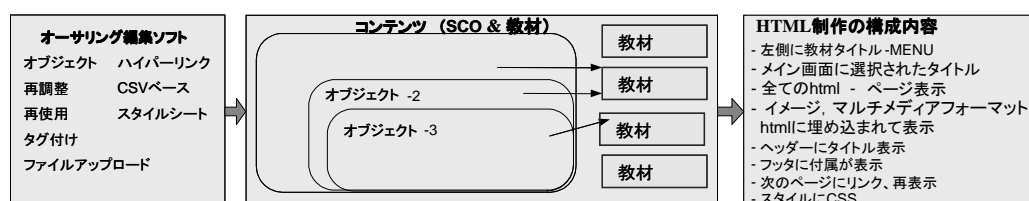


図 8 e ラーニング教材の概念図

教材制作にオーサリング編集ソフトを利用し、新人社員教育の資料を HTML に再編集して WEB 上で見られるようにする。付録の図 34-1 に HTML 編集ソフトおよび図 34-2 にアニメーション編集ソフトの制作画面を示す。

利用ソフトは、HTML エディタ (Dreamweaver)、プレゼンテーション・コンテンツ作成オーサリング (Flash)、Web グラフィックデザイン作成 (Fireworks) と Microsoft の Word, Excel, Powrpoint である。

基礎専門教材は、各グループが保有している基礎専門技術から応用技術の教材を提供してもらった。その教材は、ワード、パワーポイント、エクセルであったものを PDF にして添付した。

専門教材は、レイアウト設計擬似体験に必要な教材として、新規に開発した。

教材は、図 9 の教材制作フローの手順に従って作成を行った。また、e ラーニング教材制作をするために、手順書・説明文、フロー図、画像を作成する。

ビデオ制作について

1. ビデオデータを VIDEO EDITOR で編集する。
2. 編集データを AVI で、保存
3. ストリーミングとして、WINDOWS MEDIA エンコーダで、MWV 変換する。
4. ストリーミングサーバを利用しない場合は、代わりに FLASH を利用する。
5. FLASH ソフト

ファイル → 読み込み→ビデオの読み込み → SWF にビデオの埋め込みを行う。

6. データに文字やその他のデータを加えムービーの書き出しをする。

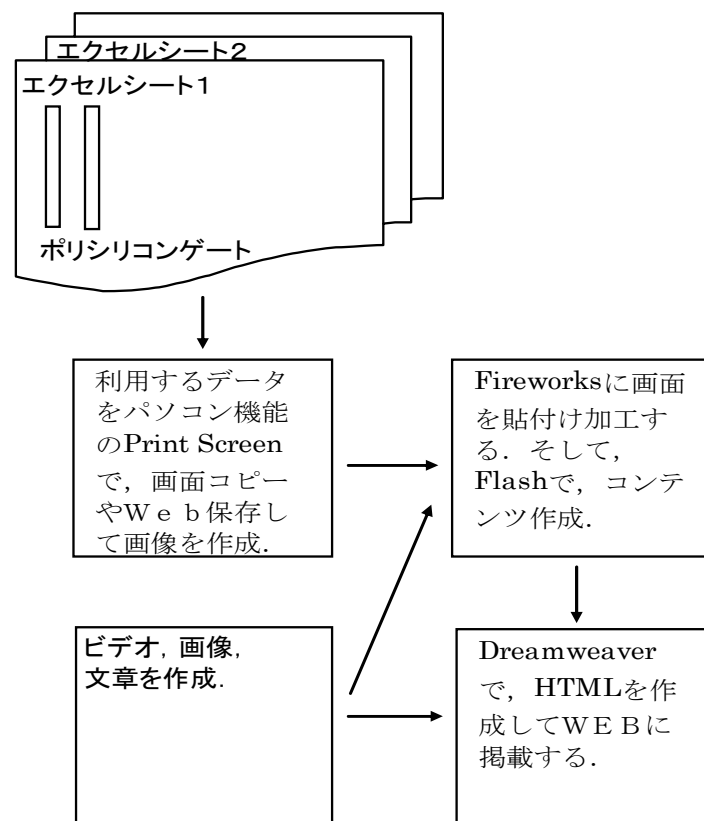


図9 教材制作フロー

2)MOS 回路特性解析

回路設計は、回路シミュレーションを理解することから始める。レイアウトに必要な MOSFET 回路の G（ゲート）、S（ソース）、D（ドレイン）の G（ゲ

ート) サイズを算出するために図 10 と図 11 に示した内容を理解する。そして、
図 12 に示した回路シミュレーションを行うために回路記述を作成して解析を行
う。

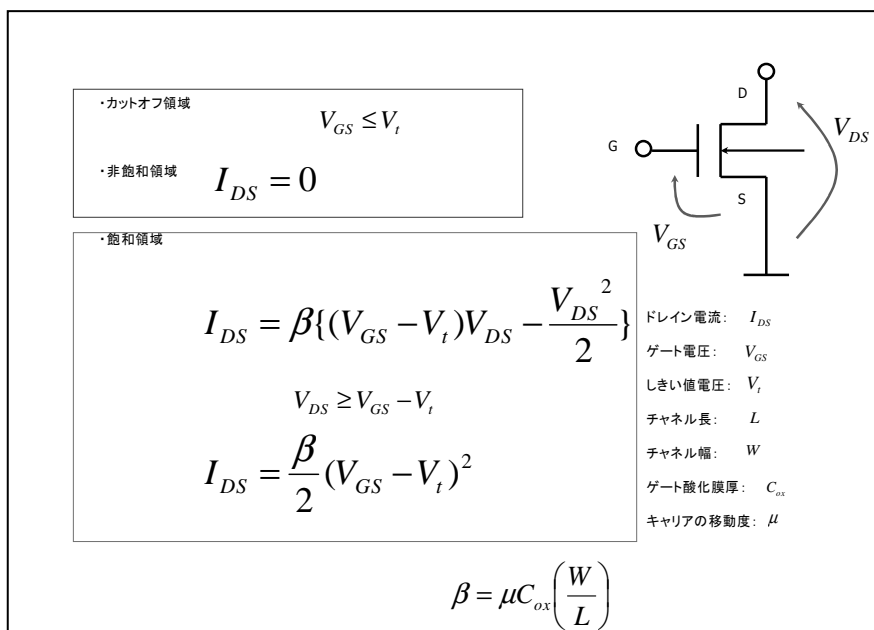


図 10 NMOS 側回路特性算出

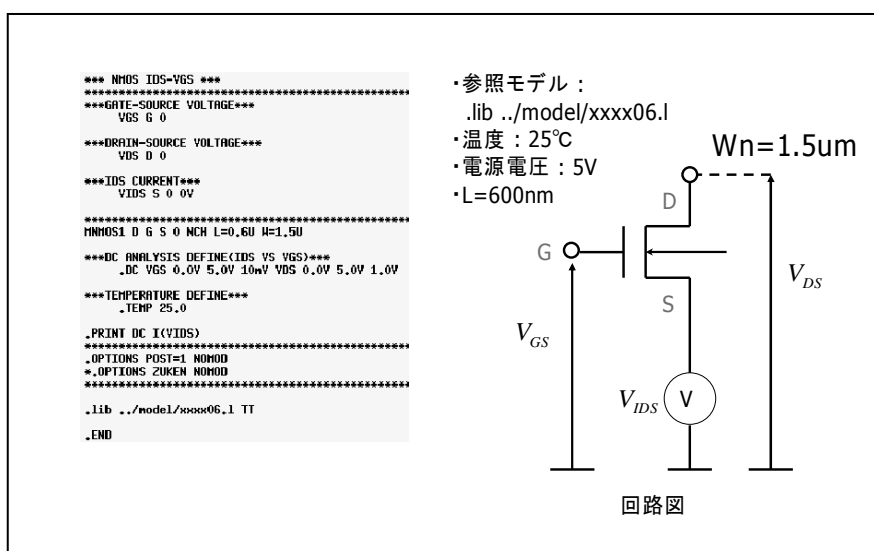


図 11 NMOS 側回路シミュレーションによる回路記述解析

```

.SUBCKT INV0D1 I ZN
MN4 ZN I VSS VSS NM W=1.5u L=0.6u
MP3 ZN I VDD VDD PM W=3.25u L=0.6u
.ENDS
*** INVERTER TRANSIENT ANALYSIS ***
*****
***CIRCUIT FOR CALCULATION***
XINV IN D VDD2 VSS INV
***POWER SOURCE***
VDD VDD 0 dc 5.0V
VIN IN 0 PULSE(0V 5V 0ns 5ns 5ns 20ns 50ns)
***CONDENSER***
C OUT 0 0.5pF
***VIS CURRENT***
VISS VSS 0 0V
***VID CURRENT***
VID D OUT 0V
***VIS2 CURRENT***
VIDD VDD VDD2 0V
***CONTENTS OF ANALYSIS***
.TRAN 0.5ns 150ns
***TEMPERATURE DEFINE***
.TEMP 25.0
***SUBCIRCUITS***
.SUBCKT INV IN OUT VDD VSS
M1 OUT IN VDD VDD PCH L=0.6U W=3.25U
M2 OUT IN VSS VSS NCH L=0.6U W=1.5U
.ENDS INV
.PRINT TRAN V(IN) V(OUT)
.MEAS
*****

*.OPTIONS POST=1 NOMOD
.OPTIONS ZUKEN NOMOD
*****

.lib ../model/xxxx06.l TT
.END

```

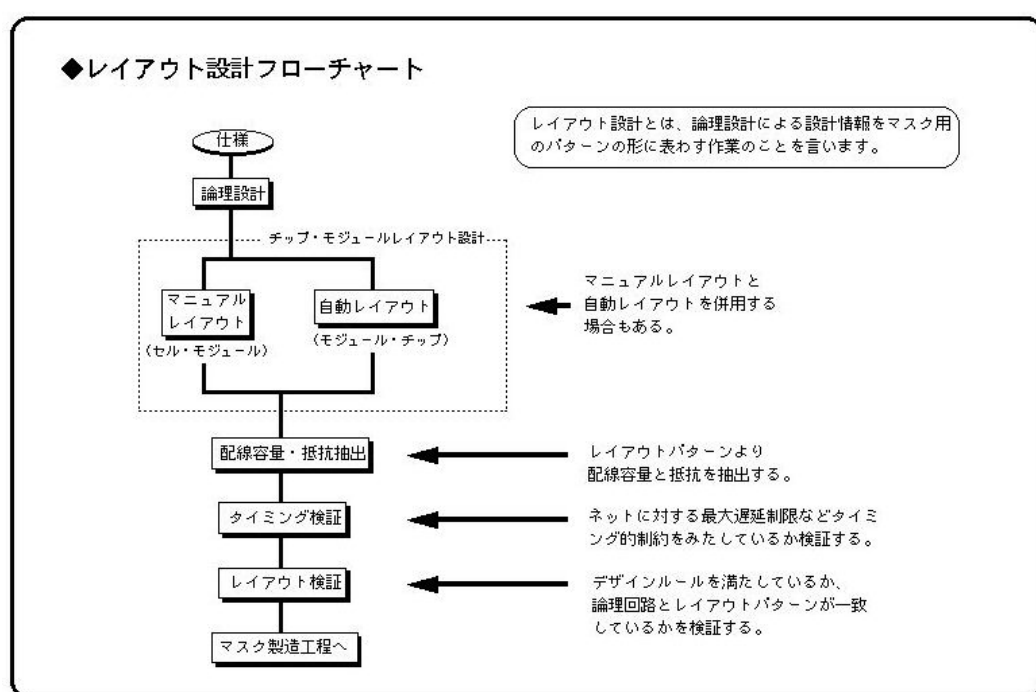
図 12 SPICE ソフトを利用した NOT 回路記述

3) レイアウト設計教材

レイアウト設計教材の図 13-1 から図 13-6 は、紙芝居式に見せている。

図 13-1 は、基本的なレイアウト設計フローチャート、図 13-2 は、CMOS のレイアウト図と断面図をイメージする図を示している。

図 13-3 は、レイアウトをイメージするためのスティック図を示した。図 13-4 は、論理図から回路図からレイアウト設計するイメージを示している。図 13-5 は、レイアウトがルール通りにできているかを検証する説明をしている。最後の 13-6 は、論理図と回路図が対応できるようにした表を示した。



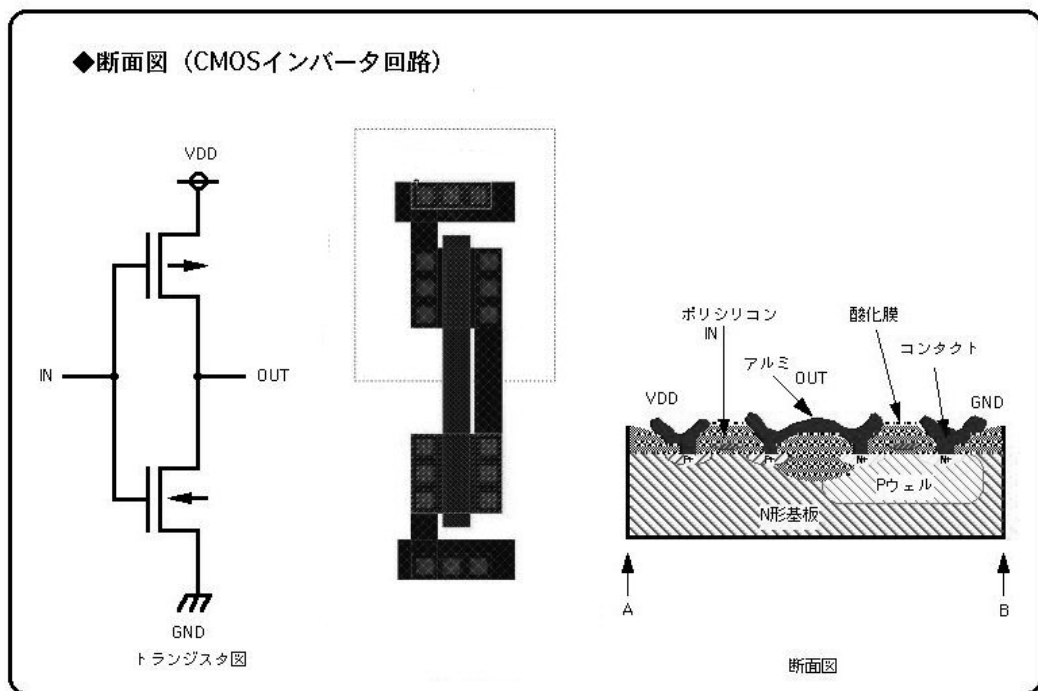
[次に進む](#)

図 13-1 レイアウト設計フローチャート

図 13-1 は、学生が LSI 設計の基本的な流れを理解するために説明する。そして、点線内のマニュアルレイアウトと自動レイアウトの説明を詳しくする。

図 13-2 は、CMOS の概念を説明するためにトランジスタ図からレイアウト図を説明して、実際の回路がどのようなになっているか断面図で説明する。

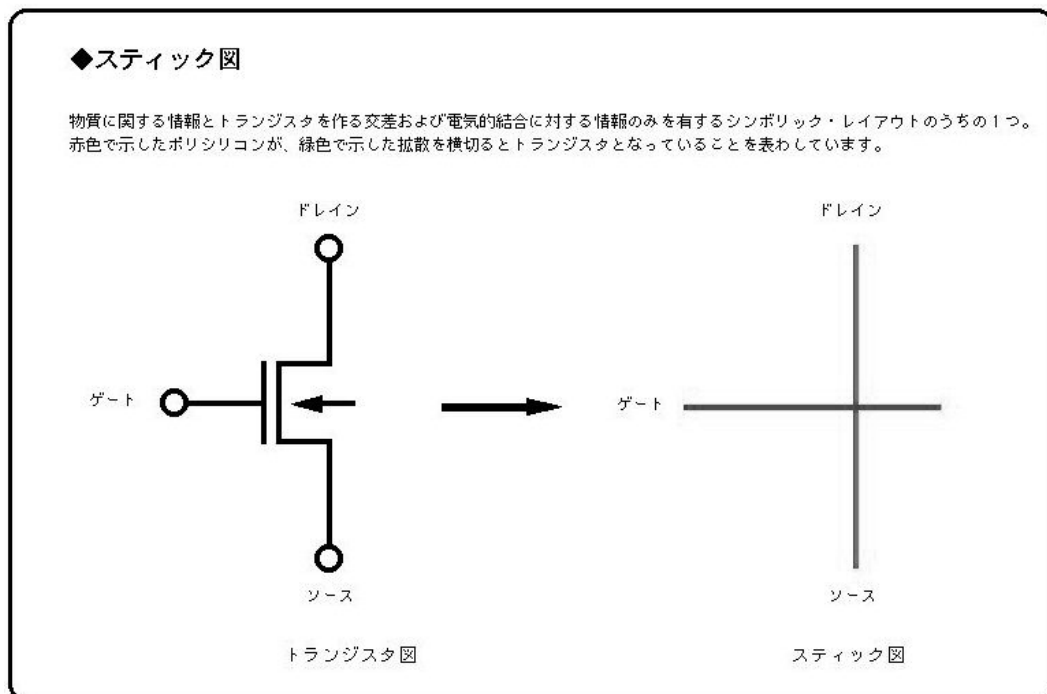
図 13-3 は、レイアウト設計を簡単に行う方法である。トランジスタ図をスティック図の記号で作成する方法を理解する。



[前に戻る](#)

[次に進む](#)

図 13-2 CMOS 断面図



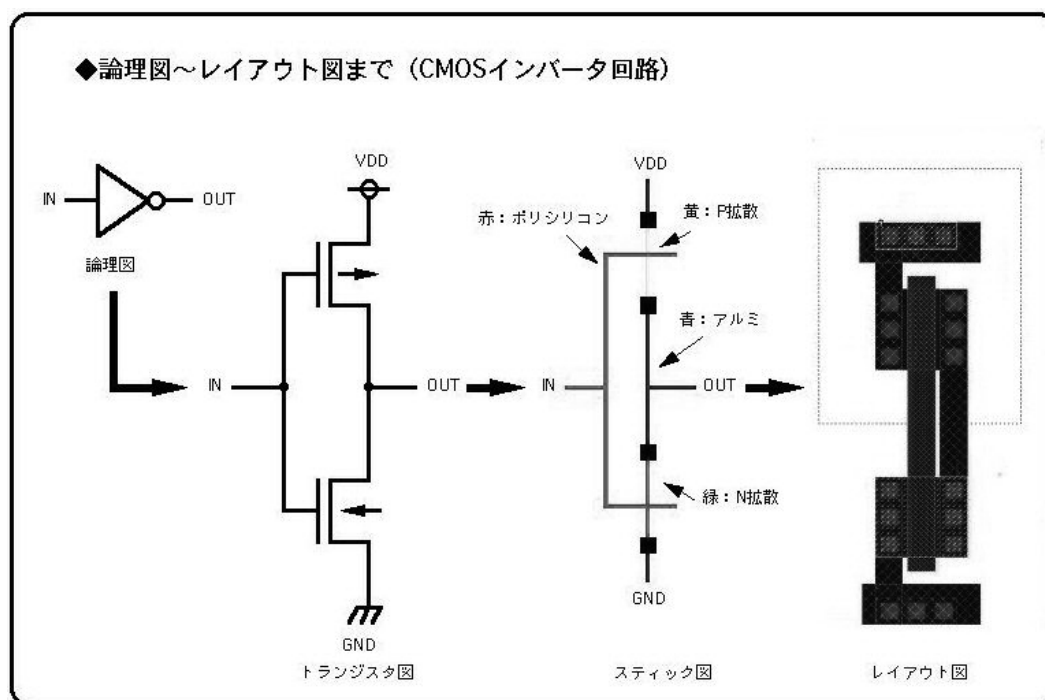
[前に戻る](#)

[次に進む](#)

図 13-3 スティック図

図 13-4 は、CMOSNOT 回路例から論理図を回路イメージしてレイアウト設計

を行うために理解する方法を説明する。



[前に戻る](#)

[次に進む](#)

図 13-4 回論理図からレイアウト図

◆レイアウト検証

DRC (Design Rule Check)

レイアウト・パターンの最小線幅、最小間隔など幾何学的規則をチェックします。

LS設計におけるプロセス・ルールによる設計規則に違反している箇所を検出します。

ERC (Electrical Rule Check)

レイアウトの基本的な電氣的接続関係の誤りを検出します。

レイアウトの情報から、電源系のオープン、ショートさらに入力ゲートのオープンなどの違反を検出することができます。

LVS (Layout Versus Schematic)

レイアウト・パターンが、論理回路と一致しているかを検証します。

[前に戻る](#)

[最初に戻る](#)

図 13-5 レイアウト検証

図 13-5 は、レイアウト完成図が正しいか検証で確認する方法を説明する。
 図 13-6 は、NOT 回路以外の回路図を理解するために示した回路表である。

	インバータ	2NAND	2NOR	D-Latch
論理記号				
トランジスタレベルの回路図				
PMOS				
NMOS				
波形	インバータ			
レイアウト	インバータ	2NAND	2NOR	

図 13-6 回路図表

4) 2NAND 回路のレイアウト設計体験演習

図 14 は、2NAND レイアウト設計完成図である。この図を事前学習で、LSI 設計体験を行う。

レイアウト設計をするために、与えられた論理図を回路イメージに変換し、電源接続と入出力端子に配線接続して、レイアウト設計を完成させる。

P 基板 CMOS は、下側の NMOS 側を見て、NAND とする。

レイアウト設計プロセスルールは、半導体露光装置の微細化技術の進歩により、2010 年では、プロセスルールが 25nm（ナノメートル）になっている。

レイアウトプロセスルールの幅、間隔に従って、パターンを作成して行く。

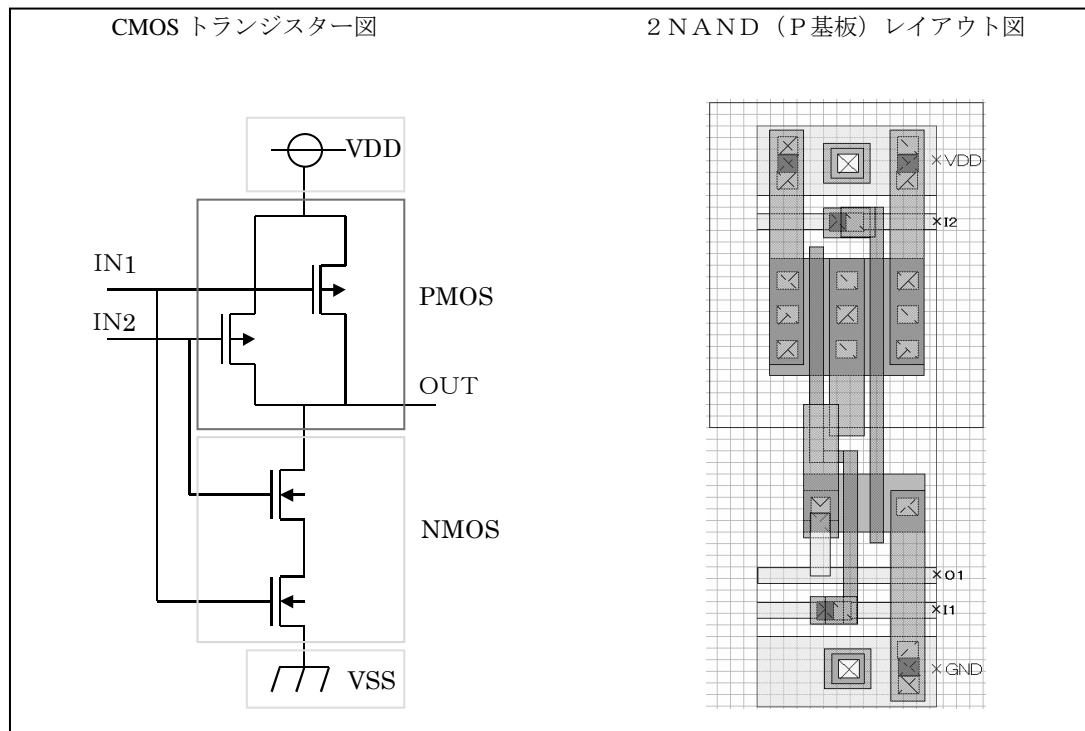


図 14 2NAND レイアウト設計完成図

5) 2NAND のレイアウト設計演習を EXCEL で行う。

図 15 は、2NAND の論理図から回路図変換する演習である。

レイアウト設計演習を行うために必要な工程である。

回路図をイメージできる訓練を行い、レイアウト設計をする。学生は、e ラーニングで学習し、どれだけ理解したか確認する。確認は、テストや理解度アンケートを利用する。実際、どれだけ理解したか評価が難しい。しかし、仕事は、できることが基本である。

提案したレイアウト設計体験をするために、e ラーニングと掲示板で支援する。

実施内容は、新人社員教育や OJT で利用したレイアウト設計を行うために、論理図を見て、回路特性を考慮したレイアウトを習得する。そのために提案した付録の図 34-11 に示した基本的なレイアウト設計ビデオを見ながら 2NAND の設計を行えるようにした。また、図 34-12 のレイアウト設計プロセスルールを見やすくするために各階層のパターンを色分けしてして設計する。

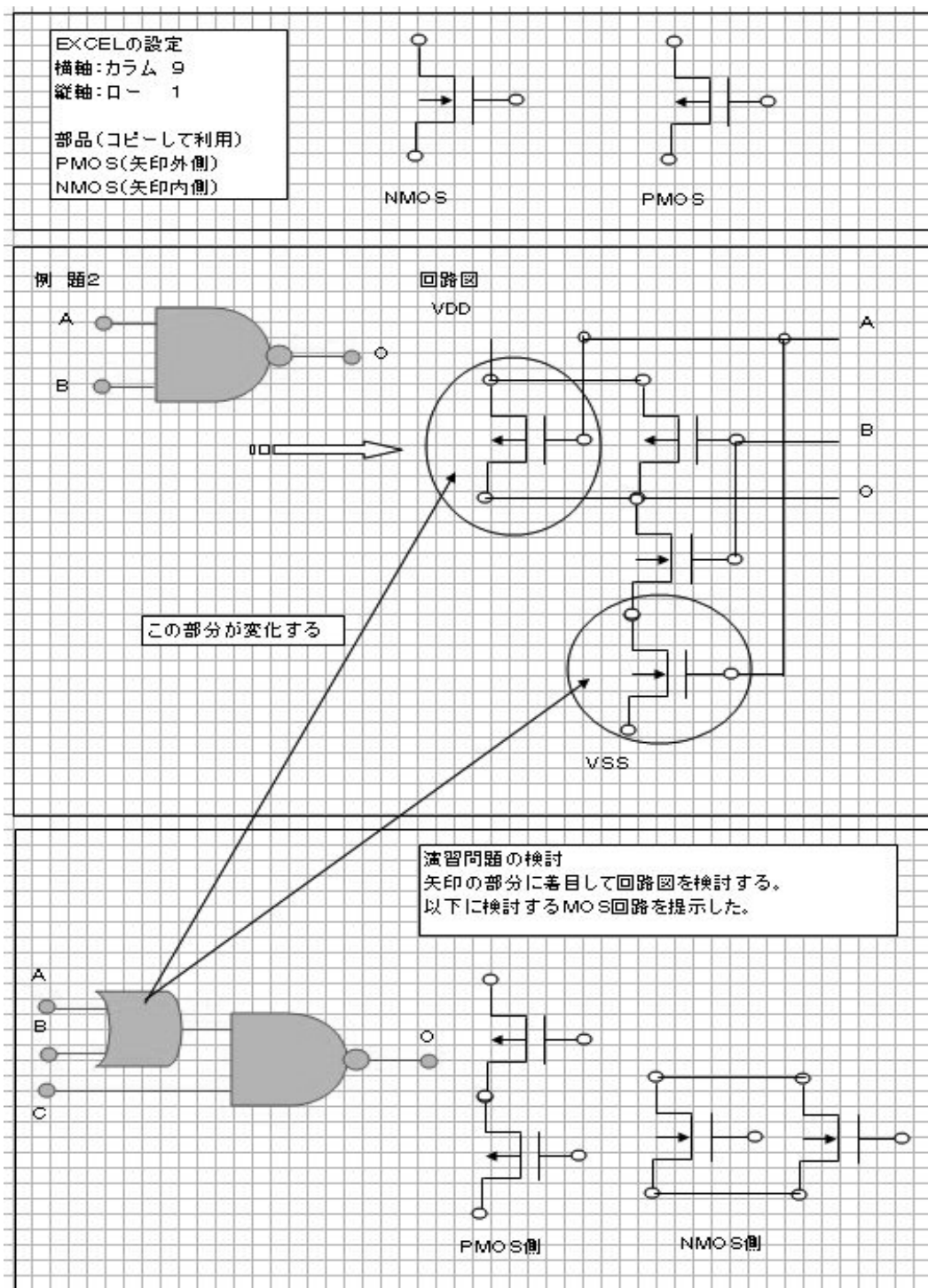


図 15 2NAND 基本回路レイアウト設計演習例

実作業では、レイアウト設計を優先されるが、回路特性を考えながらのレイアウト設計をする必要がある。レイアウト設計は、ビルディングブロック方式（基本回路をシンボル枠として、入出力端子位置を決めたセル間に配線する設計方法）が多く採用されている。

レイアウト設計は、機能ブロックに分割して設計する方法により、基本回路を組み合わせで配置配線することが可能になる。

3.5 設計の準備手順

1) レイアウト体験

レイアウト設計体験をするために図 16 に示した手順で行う。また、左側にレイアウト設計体験の準備内容を示す。表 3 に示した方法で図面作成を行う。

- ①設計仕様書に沿ってセル枠を決める。
- ②電源位置を決めて、アルミ線を作成する。
- ③N 型と P 型の S（ソース）－ D（ドレイン）となる拡散層を作成する。
- ④CMOS の G（ゲート）となるポリシリコン線を作成する。
- ⑤電源側の拡散（S）と出力側拡散（D）のアルミとポリシリコンの接続およびコンタクトを作成する。
- ⑥ゲートとなるポリシリコン線を作成して、拡散層の調整をする。
（SPICE：回路シミュレーションによるゲートサイズの調整）
- ⑦PMOS 側にN型にするマスクを作図する。（P 基板）
- ⑧用語や参考資料については、Web にある URL をリンクしておく。

表3 方眼紙の作成方法

MS EXCEL2000を利用した方眼紙、マクロ機能を使う。

- ①「ツール」の「マクロ」の「新しいマクロの記録」順にクリックする。
- ②マクロ名を任意の名前で、「記入」する。（例：方眼紙）まず目になるようにする。
- ③範囲指定：左側上のA「横」をクリックする。
- ④「書式」の「行」の「高さ」をクリックする。高さは、「1」とする。
- ⑤「書式」の「列」の「幅」をクリックする。幅を「9」とする。
- ⑥「ツール」の「マクロ」の「終了」をクリックする。
- ⑦新しい方眼紙を追加するには、シートを「挿入」の「ワークシート」をクリックして追加する。
- ⑧「ツール」の「マクロ」の「マクロ」をクリックしてマクロ名（方眼紙）をクリックする。

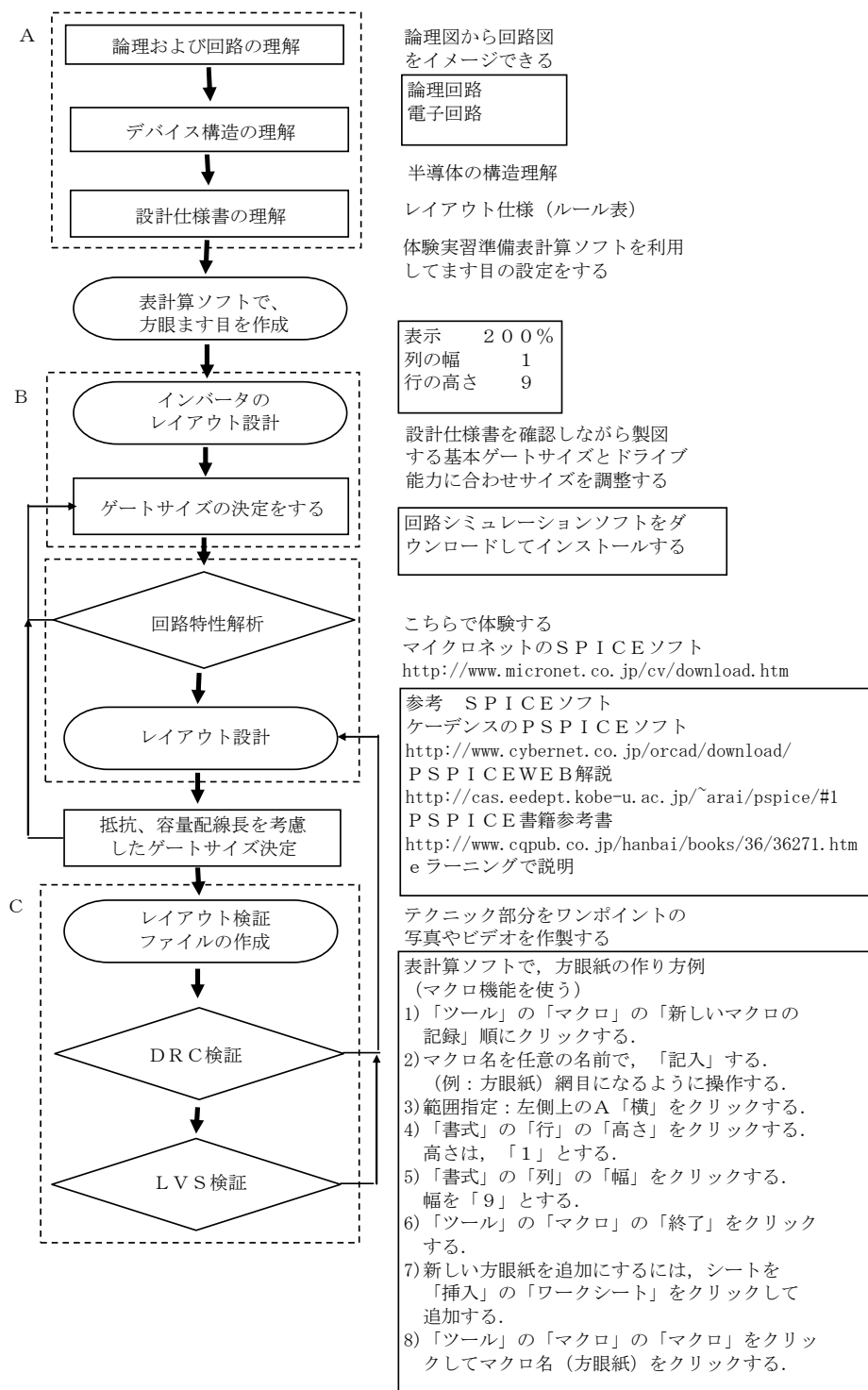


図 16 レイアウトと設計体験の準備

2) レイアウト設計の検証

レイアウト設計と検証手順を図 17 に示す。

上側点線は、レイアウト設計であり、下側点線が、検証（DRC と LVS）である。

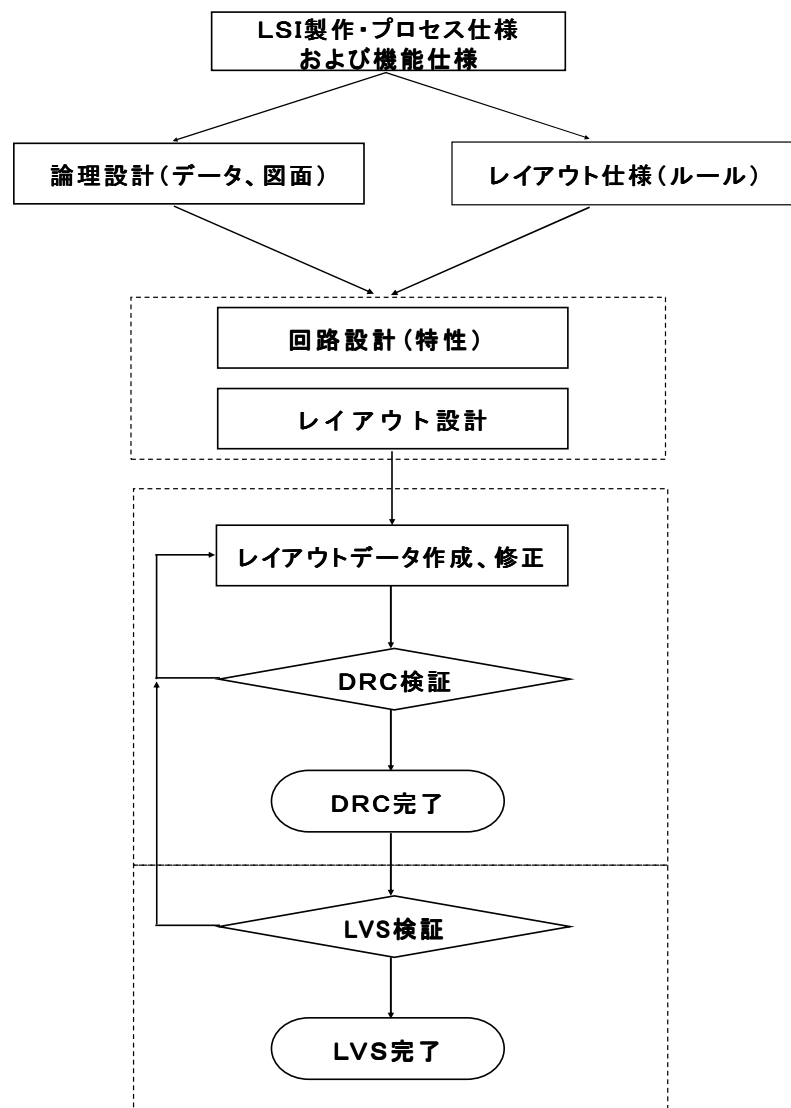


図 17 レイアウト設計および検証

レイアウト設計およびデータが完了した後に DRC (Design Rule Check) や LVS (Layout Versus Schematic) の検証を行う。

検証は、テクノロジールールファイルを作成して、検証ソフトで実施する。この方法を e ラーニングで行う教材を制作する。また、図 18 の DRC 検証、図 19-1 は、DRC のルール内容と図 19-2 は、確認テストを示す。

DRC 検証は、レイアウト仕様およびルール表通りに設計した幅や間隔が、正しく描かれているかを検証するソフトで、その検証するためにルールファイルがあり、組み合わせてルールファイルを作成する。

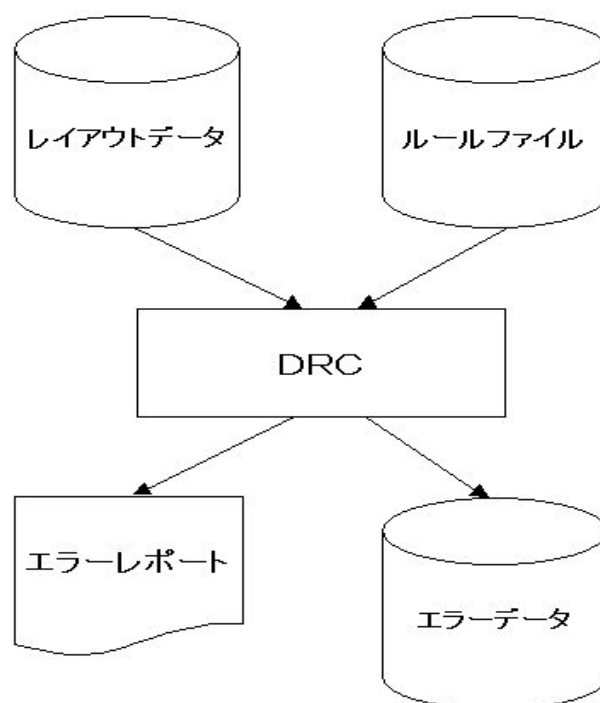
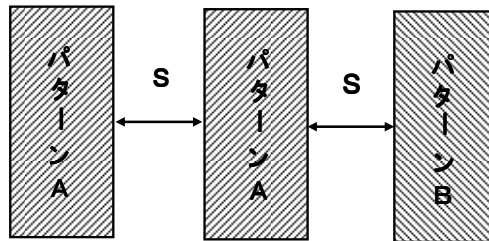
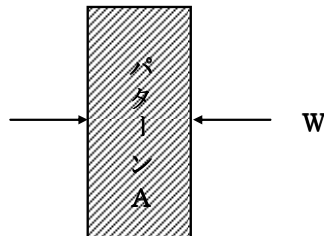


図 18 DRC 検証の処理

間隔チェック
(External Check)
★間隔S未満を検出



幅チェック
(Width Check)
★幅W未満を検出



囲い幅チェック
(Enclosure Check)
★幅M未満を検出

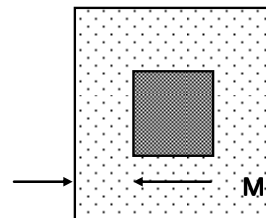


図 19-1 DRC のルール概念

レイアウト設計実習室(自分で設計体験をしよう)

[レイアウト設計概要](#) [LSI制作期間\(例\)](#) [LSI設計概要](#) [論理・回路セルライブラリ](#) [最初に戻る](#)

[DRCの概念](#) [検証条件](#) [検証結果](#) [DRC確認テスト](#)
[DRCデモ](#) [検証ルール](#)

DRC問題2

(1)～(3)に当てはまる記号を選びなさい。

- (1) DRCはレイアウトデータが()を満たしているか確認するツールです。
- (2) DRCでエラーが確認できたら、それを修正して再度DRCを実行し、エラーが()まで繰り返す。
- (3) DRC実行に必要なデータはレイアウトデータと()です。

はじめて下さい。

(1)	<input type="radio"/> 回路図	<input type="radio"/> 設計基準	<input type="radio"/> 法律	<input type="radio"/> お腹	<input type="checkbox"/>
(2)	<input type="radio"/> 減る	<input type="radio"/> 増える	<input type="radio"/> 変わらない	<input type="radio"/> 無くなる	<input type="checkbox"/>
(3)	<input type="radio"/> ルールファイル	<input type="radio"/> 回路図	<input type="radio"/> 配線データ	<input type="radio"/> 設計図	<input type="checkbox"/>

採点

再挑戦

「採点」をクリックすると、ここに点数が表示されます。

汎用ボタン

図 19-2 DRC の確認テスト

図 20 に LVS 検証の処理手順を示す。

LVS 検証は、論理回路のネットリストとレイアウトデータを比較させレイアウトの配線接続情報および Tr のサイズを検証するソフトである。

レイアウトは、回路図通り作らなければならない。

小規模なら目視 LVS も不可能ではないが、目視では、保証できない。そこで、レイアウトが回路図と論理図が、一致していることを保証するために LVS 検証を行う。

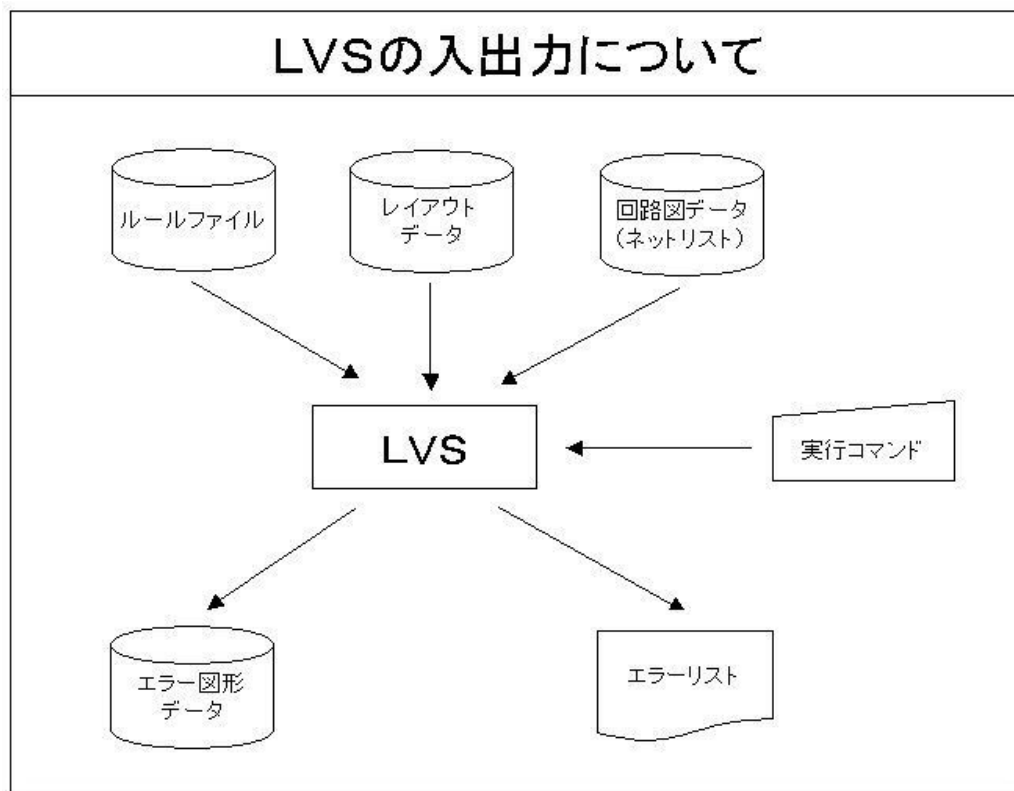


図 20 LVS 検証の処理

第 4 章

事前学習支援 WBT の開発と運用

4.1 事前学習支援 WBT の開発

4.1.1 PSS-WBT に利用した社員教育支援システムの調査研究

2001 年に社員教育支援システム設計を行い、イントラネット上に 6 ヶ月で製作する計画をたてた。

製作には、グループウェアであるノーツを利用した。ハードウェアは、社内コンピュータとサーバーを利用した。サーバー環境は、LAMP（Linux、Apache HTTP Server、MYSQL、Perl、PHP、Python）がインストールされている。

アクセス認証は、教育管理担当者と管理職、設計者、協力会社の 3 つに分けた。なぜなら、半導体製造企業の社外秘扱い品が多く、特定メンバーのみ閲覧可能にした。

トップページ項目は、LSI 基礎専門知識（デバイス、プロセス、ブール代数、レイアウト検証、OS、プログラム）、応用技術（HDL、SPICE：回路シミュレーション技術、機能設計）、その他技術（LSI 設計以外の技術）を配置した。たとえば、新たな講座提案ができるアンケート、掲示板、参加届けフォーム、LSI 技術情報（展示会、大学や他社の新技術）の教材メニューを配置した。

参考に D 社の社員教育支援システムを図 21-1 と図 21-2 に示す。

図 21-1 は、サイトマップ画面である。また、図 21-2 は、教材情報画面である。



図 21-1 サイトマップ画面

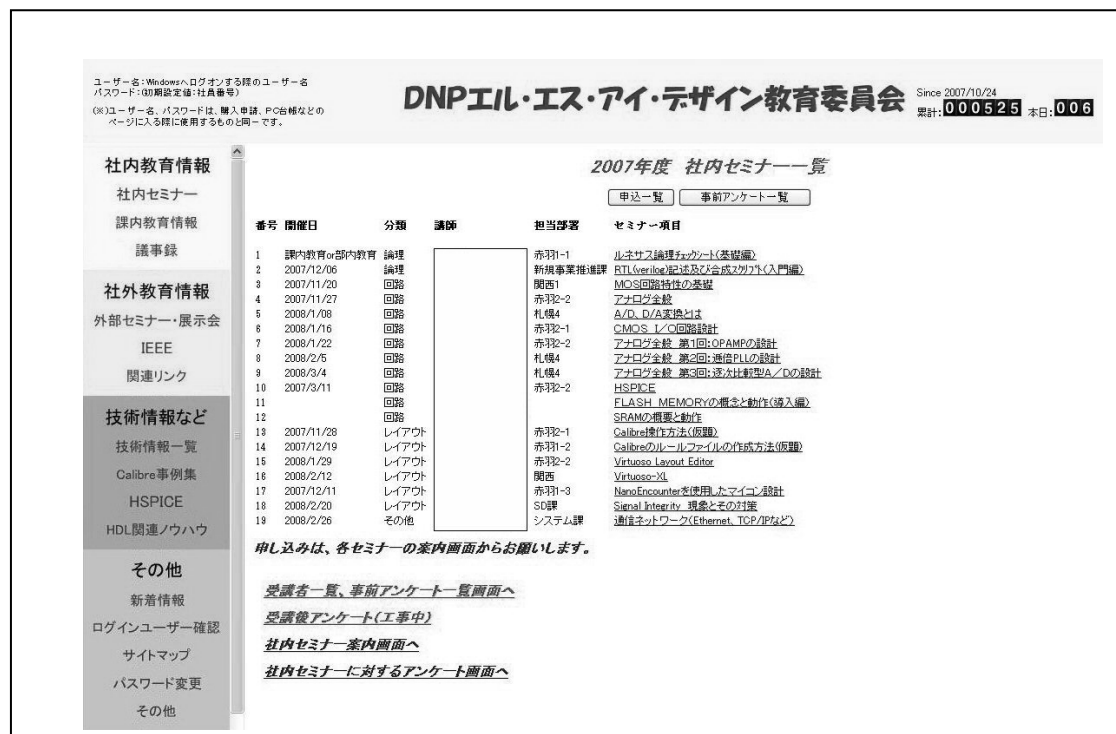


図 21-2 教材情報画面

トップページ画面の構成は、左側にメニュー画面、右側にデータ画面である。メニュー画面は、社内外の教材項目を配置した。また、データ画面には、教材情報、セミナー情報、LSI 設計関連情報を配置した。

このシステムの特徴は、登録した社員であれば、教材を自由にアップロード、ダウンロードできる。また、技術情報の書き込みもできる。

データをダウンロードする時は、メニュー項目をクリックして、教材内容の説明を確認して、目的の教材であれば、ダウンロードをして、取り出すことができる。

4.1.2 提案した PSS-WBT 概要

インターンシップ向けの PSS-WBT の製作は、社内サーバーに製作する予定であった。しかし、DNP グループ規定により製作が出来ない。そこで、サーバーが、LAMP(LAMP: LINUX、APACHE、MYSQL、PHP)環境のインターネットサービスプロバイダ (Internet Service Provider) を利用して、運用することとした。また、試行用にダイナミック DNS を利用した自宅サーバー構築のため、WINDOWS 版 Moodle⁽¹⁹⁾のサーバー機能 (AMP) を利用した。(利用機能は、入室管理、掲示板、アンケート)

一般的なサーバー通信経路図を図 22 に示す。

PSS-WBT の製作には、図 4.1.1 の図 21-1、図 21-2 に示した社員教育支援システムを参考に製作した。

教材は、新人社員教育の教材を利用した。しかし、社外秘の部分を除いた教材にしたところ、教材内容が乏しくなってしまった。そこで、新たな LSI 設計の必要項目が整理できる教材制作を行った。

問題は、学生がインターンシップ期間で、職業理解に役立つことを目的にした。そのためにレイアウト設計体験をどのように行うか、わからないところをどのように解決するかである。

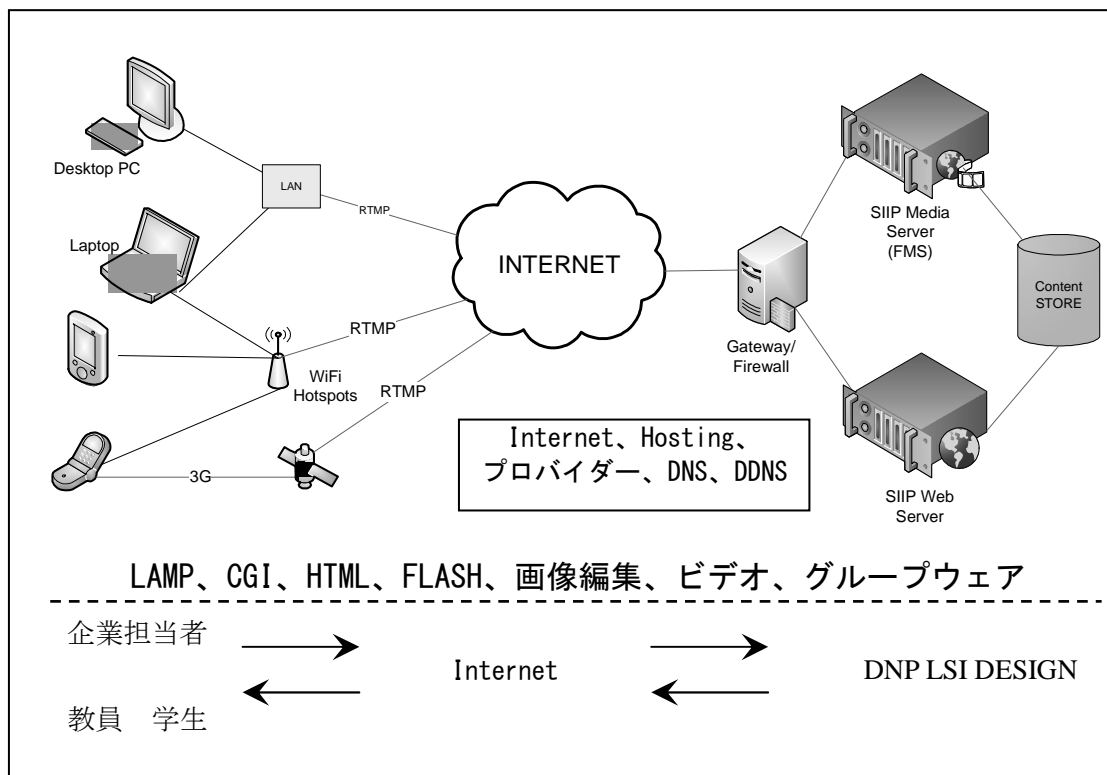


図 22 サーバー通信経路

学生が、WEB 上で、レイアウト設計が、イメージできる教材提供である。そこで、VIS（バーチャルインターンシップ）を利用した LSI 設計をワンポイントで、提供できる教材制作を行った。また、実習担当者が、実習負担を低減するため、ITC を活用した管理サイトを検討した結果、図 23 に示した PSS-WBT の製作が有効である。

PSS-WBT は、実習担当者が労働を維持しながら実習学生の実務指導ができる対策として製作した。

受け入れ学生に PSS-WBT を提供し、半導体や LSI 設計に興味を持ち、半導体関連の職業選択をする。つぎに、インターンシップに導入した PSS-WBT がもたらす効果を示す。

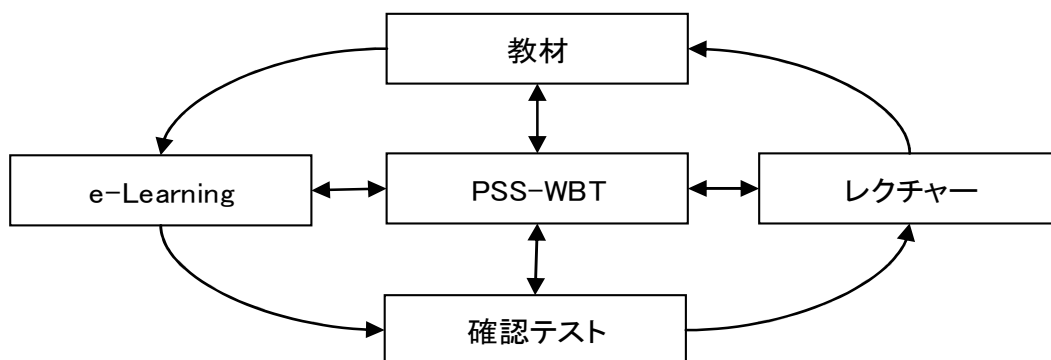


図23 PSS-WBTの制作概念図

①事前学習支援システムよりもたらせる効果

- ・実習担当者が変わっても学生の知識が保たれる。
- ・実習担当者が技術情報を学生にWEBから提供できる。
- ・実習者の報告をWEBで確認できる。
- ・実習者の理解度をWEBでチェックできる。
- ・実習者のレクチャーもWEBできる。
- ・実習者との連絡がスムーズにできる。
- ・実習の達成感が味わえる。
- ・実習報告書のアドバイスができる。

②インターンシップよりもたらされる効果

インターンシップは、1対1もしくは、数対1のヒアリングを行うこと、報告会で、学習したことを説明してもらうことで、実習ポイントを理解しているか確認できる。

- ・企業以外の学校や自宅等でいつでも学習ができる。

- ・学生の実習担当者が行う教育の軽減ができ、インターンシップを円滑に進められる。
- ・リメディアル教育⁽³¹⁾⁽³²⁾として、インターンシップに必要な技術情報の基礎専門知識の学習支援ができる。
- ・大学で学んだ専門知識と企業が要求する専門知識のギャップを埋める架け橋となる。
- ・インターンシップに臨む学生の業務に対する不安感を軽減できる。

4.1.3 事前学習のメリットと課題

このインターンシップで、得られる双方のメリットは、担当者が、教える力、学生は、職業への気づきから自己・仕事理解、就職を成功させるためのノウハウが得られる。たとえば、自己分析からエントリーシートの書き方、相手に自分を理解させる面接の話し方である。

課題は、教材ベースのシステムから模擬体験ができる事例・演習の提供である。また、会社であれば、分からない事を質問できる相手が多くいるが、学生は、専門教員が少なく、なかなか質問できない。このような状況では、解決策として、レクチャーとブレンデッドによる VIS（eラーニング）と掲示板の利用が有効である。

4.1.4 レイアウト設計体験の提案

システムとして、人が介入しない場面を考察すると、何が人手を必要とするか、必要としないかである。どうしても人が介入する場面は、ビデオや写真を利用して、ワンポイントレッスンを行う事で、対応する。

レイアウト設計で一番大切なのは、論理図から回路イメージを頭で考え、仕様データにある回路特性を思い出し、設計することである。

レイアウト設計体験システムの工夫は、基本回路設計の手順を動画で解説するコンテンツの開発を行った。

4.2 PSS-WBT 開発のねらい

2章で示した「必要知識の教材提示」「必要知識の整理ができる能力の向上」さらに事前学習として、「LSI 設計模擬体験の実施」という課題を解決するために PSS-WBT の開発を提案する。

PSS-WBT では、インターンシップ実施前に学校や自宅等で企業内実習に用いられる専門基礎知識や用語について理解する環境を提示し、以下の効果を期待している。

①学生と企業担当者とのコミュニケーションの充実

事前学習や実習の進捗を把握するために学生と企業担当者とのコミュニケーションを取ることで、インターンシップのプロセスを円滑にかつ効果的に進める。

②学生の知識とインターンシップ必要知識との摺り合わせ

事前学習により、学生が大学で学んだ知識と企業が要求する知識のギャップを摺りあわせる。

③実習担当者の負荷軽減

学生の知識不足を補う授業を軽減し、実作業と実習をバランスよく遂行するために実習担当者の実習時の導入教育に関する負担を軽減する。

企業担当者は、受け入れ担当者と実習担当者の役割があり、受け入れ担当者(著

者)は、学校との手続、日報・掲示板管理、進捗、確認会を担当する。実習担当者は、実習、教育、確認会をインターンシップ学生1人に対し、1人担当する。実習評価は、両者で行う。

4.3 PSS-WBT のモジュール開発

PSS-WBT の開発は、2名で行い、10ヶ月の期間をかけ、1日平均2時間の作業で約800時間を要した。

図24にPSS-WBTを用いた学生の事前学習の流れを示す。

学生は、ユーザー管理からユーザー登録を行い、受け入れ担当者がインターンシップ管理から学生に認証情報を配信提供する。

管理は、実習時の学生支援と各項目のメンテナンスを行う機能がある。そして、学生は学習管理に入室する。学習管理は、実習時に学生が利用する重要なモジュールで、学生は、図3に示した項目を利用する。内容は、学生と企業担当者間でコミュニケーションが取れる機能、PSS-WBTの改善するためのアンケート機能、必要知識を習得するために学習管理からeラーニング教材へのアクセスである。

図24に各管理モジュールについて述べる。

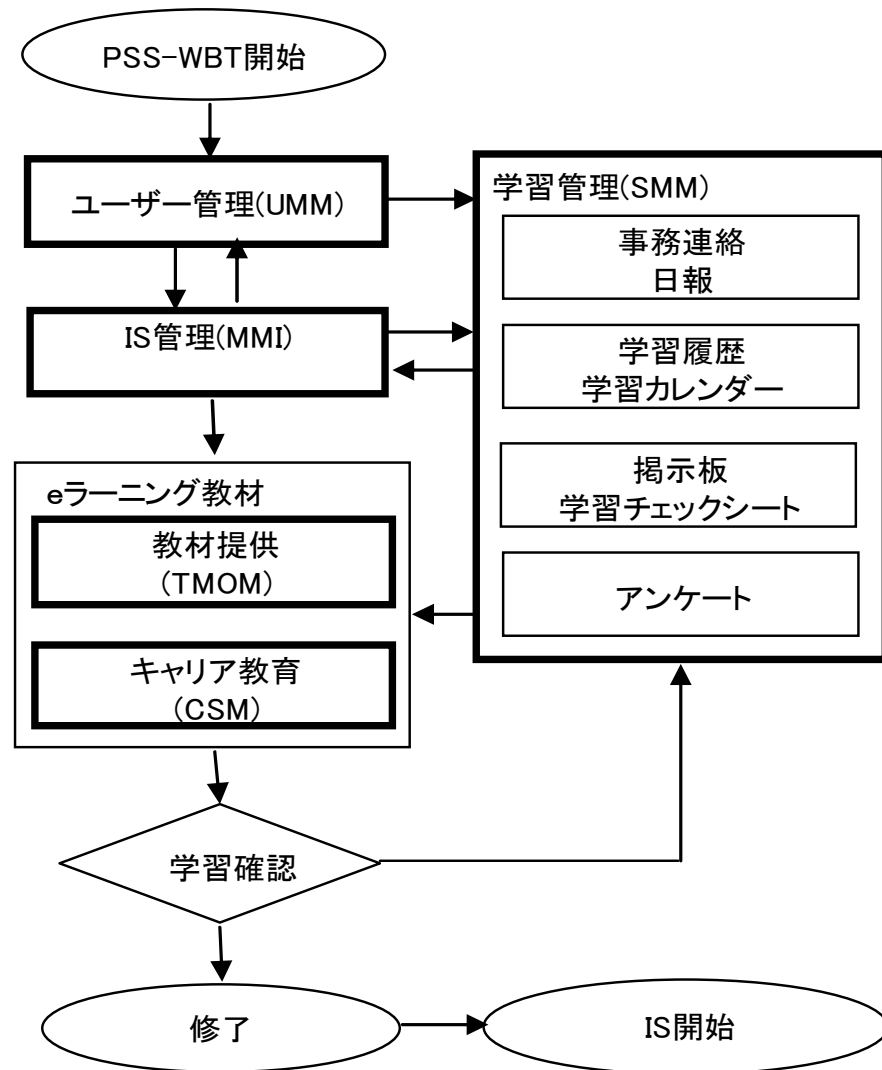


図 24 PSS-WBT のモジュール構成

4.3.1 ユーザー管理モジュール

ユーザー管理モジュール(UMM : User Management Module)は、学生が学習管理モジュールに入室するためのユーザー登録、登録時アンケートおよび認証情報の発行を行う。各機能には、CGI を利用し、認証にはベーシック認証機能⁽²⁹⁾

を利用した。

図 25-1 のインターンシップ受付画面、図 25-2 のインターンシップ登録画面を示す。

入室ユーザーは、権限に応じたデータの編集と閲覧を許可している。

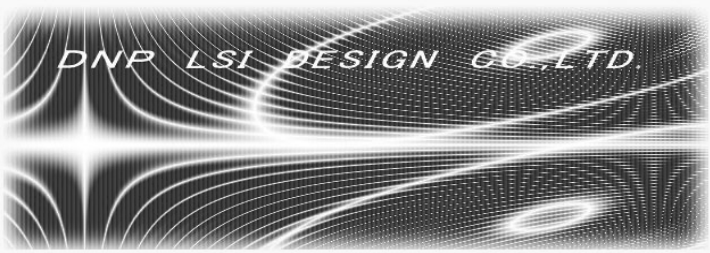
インターンシップ受付	
<p>インターンシップ受付 <u>確認問題</u> (4択アンケート形式) <u>小論文</u> 半導体設計について</p> <p>インターンシップ者登録 学生通過者、登録お願いします</p> <p>もどる</p>	 <p>Since 2008/7/1</p>

図 25-1 インターンシップの受付画面

インターンシップ受付	
<p>インターンシップ受付 <u>確認問題</u> (4択アンケート形式) <u>小論文</u> 半導体設計について</p> <p><u>インターンシップ者登録</u> 学生通過者、登録お願いします</p> <p>もどる</p>	<div><p>事前学習者登録</p><p>※ 以下の項目に入力し、「送信する」をクリックして下さい。</p><p>ご氏名 <input type="text"/></p><p>フリガナ <input type="text"/></p><p>大学学部(大学院)学科名 <input type="text"/> 学年 <input type="text"/></p><p>指導教員 <input type="text"/></p><p>ご住所 <input type="text"/> 北海道 <input type="text"/></p><p>電話番号 <input type="text"/></p><p>E-mail <input type="text"/></p><p>通信欄 <div><div></div></div></p><p><input type="button" value="送信する"/> <input type="button" value="内容クリア"/></p></div>

図 25-2 インターンシップの登録画面

インターンシップの企業担当者（受入れ担当者、実習担当者）は、全データの編集・閲覧、学生は、個人データの編集と閲覧、担当教員は、進捗や日報等の必要部分の情報データの閲覧ができる。

4.3.2 学習管理モジュール

学習管理モジュール (SMM: Study Management Module) は、事前学習および実習の期間に学生が利用する。

図 26 に SMM の画面を示す。

SMM の画面左側にメニュー項目を画面右側にメニューデータが表示される。


学習管理 (CL0001)		すべてのアンケートに記入をお願いします
<p>1. 学習進捗 事務連絡 学習日報 掲示板 カレンダー 履歴 チェックシート</p> <p>2. 教材提供管理へ 教材ランキング</p> <p>3. キャリア支援管理へ 教材ランキング</p> <p>4. インターンシップ管理 実習日報 閲覧 実習前アンケート 実習後アンケート</p> <p>5. ユーザー管理 認証情報 (IDとパスワード) 変更 ユーザー登録 前にもどる 管理ページにもどる</p>	 <p>商品企画 システム設計 協調設計 論理設計: 論理合成 アナログ: 回路設計 レイアウト設計 自動配置配線 確認シミュレーション データ検証 フォトマスク用データ作成 フォトマスク製造 回路レイアウト模倣設計支援 LSI製造 テスト・評価</p> <p>事前学習の概念フロー 出社および退社を1回だけクリックして下さい。</p> <p>出社時間 退社時間 タイムカード閲覧 **掲示板**</p> <p>学習室のアンケートを掲載しました。学習(閲覧)してから記入をお願いします。 学習教材は、パワーポイントで作成した資料をHTMLにしました。細かい内容は、大学で学んだ教材をご利用ください。(今回、事前学習をお願いした学生さんは、電気電子情報系だけです。 学習アンケートをお願いします。(P3S学習システム利用アンケート) 利用前アンケート 利用後アンケート</p>	

図 26 SMM の画面

SMM は、企業担当者からの事務連絡、学生が記入する日報（事前学習と実習）、学習進捗確認をするラジオボタン形式の学習チェックシート、学習内容を記録する学習履歴、学習計画が作れる学習カレンダー、企業担当者と学生の対話⁽³³⁾～⁽³⁵⁾（Q&A の記録）のための掲示板、アンケート（事前学習と実習）などの学習記録を提供する。そして、e ラーニング教材である教材提供やキャリア教育にアクセスして事前学習へと導く。

4.3.3 教材提供モジュール

教材提供モジュール(TMOM : Teaching Material Offer Module)は、事前学習で使われている専門基礎知識の学習を e ラーニング(教材⁽³⁶⁾、設計支援ツール)開発して提供している。

図 27 に TMOM の画面を示す。

TMOM の画面左側にメニュー項目を画面右側にメニューデータが表示される。

教材に用いるメディアは、HTML、JPEG(画像)、MP3(音響)、MPEG(映像)、PDF を用いた。また、学生らが実習した日報や報告書を企業担当者が閲覧できるようにしている。また、レクチャーの逐語記録は、企業担当者が、データベース化して、他学生からも日時キーワードを入力して閲覧できる。

教材提供(LSI設計編)

1. ガイダンス

ガイダンス

(過去の実習データ含む)

LSI情報館

自習学習室

アンケートお願いします

学習前アンケート

学習後アンケート

ここから事前学習です

2. 事前学習

LSI開発の基礎

導入学習

導入教材

導入提供

導入交互自習掲示板

専門学習

専門教材

専門提供

VOD学習

VOD教材

VOD提供

3. スペシャリストへの道

レイアウト設計体験学習

Verilog-HDL論理講座

労働生産性講座

ここまでが事前学習です

自習確認:問題1

自習確認:問題2

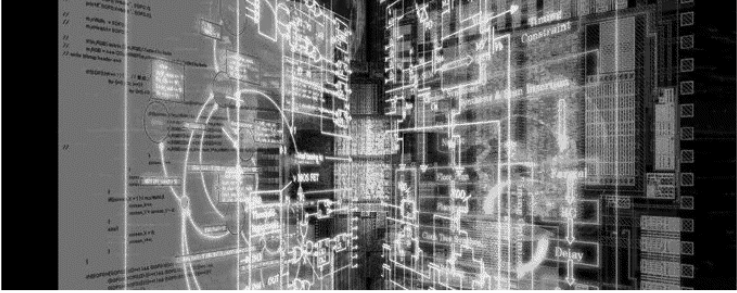
自習確認アンケート

講座のはじめにもどる

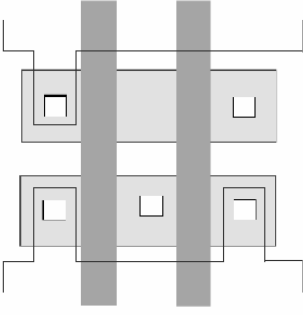
表紙にもどる

バーチャル・インターンシップ

PDFを開くには、PDFリーダーが必要です。



画面は、LSI設計イメージの紙芝居になっています。



協力 特定非営利活動法人 日本アクティブキャリア開発

図 27 TMOM の画面

4.3.4 キャリア教育モジュール

キャリア支援管理モジュール(CEM : Career education module)は、学生にキャリア形成のeラーニングおよび掲示板を利用したキャリア相談を提供する。必要に応じて、チャットおよびインターネットテレビ会議も利用する。

図 28 に CEM の画面を示す。

CEM の画面左側にメニュー項目を画面右側にメニューデータが表示される。データには、キャリア講座⁽³⁷⁾⁽³⁸⁾⁾があり、学生に提供している。

キャリア支援管理	キャリア講座	
1. 学習進捗	1 学生・若年者向けの就職活動学習	
学習アンケート	1 キャリアに関するガイダンス	講座
	2 仕事の話し、業務経験者からの仕事人生の話し	講座
キャリア・就活準備	3 技術者の仕事の話し、業務経験者からの仕事人生の話し	講座
	4 キャリア理論(就活を成功させるには1)	講座
	5 キャリア理論(就活を成功させるには2)	講座
2. 自己診断テスト	6 能力シートの考え方、作成方法	講座
アスペルガー	7 能力シートの作成(演習)	講座
エゴグラフ	8 技術者として、必要な事を考える	講座
適職	9 アセスメントの種類と実施(日本労働研究機構)	講座
転職×天職辞典	10 アセスメントの説明と自己分析(演習)	講座
	11 何が自分にできるのかを考える	講座
3. エントリーシート(添削)	12 何が自分に向いているのかをレポート	講座
準備中	13-15 演習	
	就活スケジュール	講座
4. 履歴書演習(添削)	2 インターンシップ学習	講座
履歴書作成	インターンシップ実施(LSIは、このサイト)	実習
履歴書閲覧	3 就活成功セミナー	就活
	4 職種選びおよび企業選び(職業とキャリアに関する総合情報システム労働政策研究・研修機構)	就活
5. ワンポイントキャリア講座	5 エントリーシート	
みんなが作る講座	履歴書の書き方(しごとナビ提供サイト)	
講座閲覧	6 模擬面接およびレクチャー	就活
	7 就職(面接)	就活
6. 相談室	8 企業内教育	研修
連絡フォーム	1 新人教育	
WEB相談室	2 技術教育	
チャット相談室	3 企業人教育	
	4 専門教育	
キャリア・就活に戻る	9 企業外教育	
HOMEに戻る	1 教養講座(市民大学校、一般教養講座など)	知識
	2 専門講座(大学院、資格講座など)	専門知識
	10 企業の求人活動	
	11 市民活動(NPO活動、ボランティア活動)	社会貢献
	戻る	

図 28 キャリア教育モジュールの画面

4.3.5 インターンシップ管理モジュール

インターンシップ管理モジュール(MMI : Management Module of Internship)では、学生の事前学習やインターンシップ実習の学習記録を企業担当者がここで確認し、理解不足を掲示板あるいは対面でレクチャー支援する。

図 29 に MMI の画面を示す。MMI の画面は、全てのモジュールにある情報を確認できる。

企業担当者は、個人情報削除し、他の学生に閲覧できるように対話内容を電子データ化する。また、企業担当者が PSS-WBT の全項目をメンテナンス、認証情報の強制発行や削除の操作、記録した掲示板やアンケートの CSV データを抽出できる。

e-Learning 研究所&総合管理室			
WEB PDF変換サイト 事前学習室ホームページ guest 認証ID/PW発行 事前学習室管理画面 学習問題作成ソフト 1) 実習前アンケート 6) 項目アンケート 1.2) 項目アンケート 1.8) 項目アンケート ビジネス知識の確認 1.9) 学習後アンケート	スケジュール入力 アンケート管理 閲覧 閲覧3 閲覧2 閲覧 閲覧3 閲覧2 閲覧 閲覧3 閲覧2 アンケート管理 アンケート管理	スケジュール 打合せ議事録 学習推進室ホームページ system インターンシップ実施学生専用室 学生専用室 認証ID/PW発行 学生1/学校 受講者1 学生2/学校 受講者2 学生3/学校 受講者3 学生4/学校 受講者4 学生5/学校 受講者5 学生6/学校 cl6 予備1 学生7/学校 cl8 予備2 学生8/学校 cl10 予備3 企業担当者専用室 企業担当 企業管理室 評価を依頼した関係者室 評価依頼者 cl7 評価管理室 事前学習アンケート 4. WEB学習前 閲覧 閲覧2 閲覧3 5. WEB学習後 閲覧 閲覧2 閲覧3 4. 新WEB学習前 5. 新WEB学習後 実習報告 CL0001 実習報告確認 CL0001 総合実習報告 総合実習報告確認 インターンシップ実施アンケート 実習前 閲覧 実習後 閲覧 閲覧2 事前学習科目ランキンングアンケート キャリア学習ランキンングアンケート システムについて 閲覧 研究室	事前学習室に戻る 学生専用管理室(個人専用) guest WEB学習学生専用室 学生専用室 認証ID/PW発行 c10001個人室 c10001 (ゲスト) c10002個人室 c10002 (ゲスト) c10003個人室 c10003 (ゲスト) c10004個人室 c10004 (ゲスト) c10005個人室 c10005 (ゲスト) c10006個人室 c10006 c10007個人室 c10007 c10008個人室 c10008 c10009個人室 c10009 c10010個人室 c10010 c10011個人室 c10011 c10012個人室 c10012 c10013個人室 c10013 c10014個人室 c10014 c10015個人室 c10015 c10016個人室 c10016 c10017個人室 c10017 c10018個人室 c10018 c10019個人室 c10019 c10020個人室 c10020 c10021個人室 c10021 c10022個人室 c10022 c10023個人室 c10023 c10024個人室 c10024 c10025個人室 c10025 c10026個人室 c10026 c10027個人室 c10027 c10028個人室 c10028
実習管理室ホームページ (今開いているH・Pです) guest 研究室管理 (認証ID/PW発行) ラーニング研究室 e-learning研究室 (総合管理) キャリア研究室 キャリア研究室 cl-ssi e-lab-ssi アンケート管理室 アンケート キャリア支援室ホームページ guest キャリア支援室管理管理 (認証ID/PW発行) キャリア学習アンケート閲覧 アンケート入力 就活アンケート閲覧 アンケート入力 受講受付ホームページ guest 登録者一覧 受講受付管理 c19 応募選考 小論文一覧 4. 応募者アンケート			

図 29 インターンシップ管理モジュール画面

4.4 PSS-WBT 教材の実装 (LSI 設計) と運用

4.4.1 教材提供のねらい

D 社のインターンシップ希望者の多くは、電気・電子工学や情報工学を専攻する学生で、論理・回路や LSI 製造工程は、専門科目で学んでいるが、フォトリソマスク製造、チップ製造に関しては学んでいないケースが多い。また、物理・化学・数学系の学生も応募することがある。ここにインターンシップで必要となる LSI 設計に関する事前学習の必要性がある。そこで、TMOM を開発し、学生に提供して事前学習してもらうことをねらう。また、4.2③の実習担当者の実習時の教育に関する負担軽減に繋がる。

4.4.2 教材構成

TMOM で事前学習する e ラーニング教材は、LSI 製造における企画・仕様、機能・論理回路、レイアウト設計、フォトマスク製造、チップ製造である。

D 社が毎年新入社員教育で利用している e ラーニング教材に個別指導を取り入れた WBT システムを意識し、社員教育で利用している半導体 LSI の基礎、電気回路、8 ビットカウンターの LSI 設計体験を盛り込み、4.3.3 に示したメディアにより作成した。

表 4 は、TMOM に実装した事前学習 e ラーニングの項目、内容、構成について、それぞれを対比して示す。

学生は、以下の工程を行う。

- 1) 事前学習ガイダンスで、学習準備を行う。
- 2) 事前学習の LSI 開発工程を教材①から③、教材④の順で学習する。
- 3) スペシャリストの道では、学生がレイアウト設計の疑似体験ができる設計支援ツールを利用して、インターンシップに臨むための準備を行う。

表 4 TMOM の学習内容と構成

事前学習項目		事前学習内容	構 成
1)	ガイダンス	①4ビットカウンタ設計事例から学習理解をする。 ②実習前の準備事柄を知る。 ③過去の実習報告から事前学習する内容を知る。	①LSI設計は、仕様設計、論理設計、回路設計、レイアウト設計によることを資料化した。 ②キーワードを基に示した。 ③過去の実習資料(実習報告、実習レジメ、実習日報、実習レクチャー記録)を整理し、実習年代別にまとめた。
2)	事前学習	①LSI開発を工程別を知る。 ② ・デジタルの概念を知る。 ・レイアウト設計を工程別を知る。 ③(1) 基本的回路の開発工程を知る。 (2) 基本回路を組合せたモジュールブロックのLSI開発工程を知る。 (3) 実製品におけるLSI開発工程を知る。 ④VODで実際のレイアウト設計、回路設計を知る。	①LSI開発工程である仕様設計、論理設計、回路設計、レイアウト設計およびLSI製造に分け、工程別に図解した。 ②デジタルについてON-OFFスイッチ回路、ブール代数($A=C$, $A \cdot B=C$, $A+B=C$)、真値表(00, 01, 10, 11)、論理図、CMOS回路を図解した。レイアウト設計は、ゲート、モジュール、チップを図解した。 ③基本回路(インバータ、NAND、NOR、EXOR、FF)およびLSI設計(4ビットカウンタ、デジタルカメラ)の仕様設計、論理設計、回路設計、レイアウト設計を(1)、(2)、(3)のレベルに分けて構成した。 ④D社の新人教育をVOD教材に作り示した。
3)	スペシャリストへの道	①1)と2)で習得した知識を学生自身が整理するためにレイアウト設計を模擬体験する。 ②Verilog-HDLによる論理回路設計を知る。 ③LSI設計にかかる費用を理解するために労働生産性の算出事例を演習する。	①D社の新人教育(LSI設計演習)を撮影したVOD教材を示し、基本回路の論理設計、回路設計、レイアウト設計が体験できる環境をWEBサイトに示した。 ②トップダウン設計を理解するためにVerilog-HDL(構文、機能記述例、RTL記述例)、シミュレーション(テストパターン記述例)、論理合成例を示した。 ③労働生産性の算出をクイズ形式の4択問題にして演習する教材を作成した。

4.4.3 PSS-WBT の運用

TMOM に入室後、表 5 に示す流れで事前学習を実施する。

図 27 に 2009 年度の事前学習で用いた TMOM の画面および 3.4 に教材内容を示す。

表 5 事前学習の実施

項目	内容
1) 開始・ガイダンス	学習前アンケート，システム操作の説明，学習の進め方
2) 事前学習单元	教材の理解，演習問題の実施と自己採点
3) 事前学習報告	学習日報を掲示板に記入
4) 企業担当者指導	学習日報・掲示板に基づいた企業担当者のコメント指導を行う
2)～4) 繰り返し	
5) 終了	学習後アンケート

学生は、前章に示した TMOM にアクセスして大学や自宅のパソコンを利用し、ブラウザー上で事前学習を行う。

PSS-WBT を利用して、1) から 4) を行うことで、大学で学んだ知識と仕事に必要な知識を整理して結びつけることができる。

1) 開始・ガイダンスで、まず学生の特性をアンケート形式で問うた後、事前学習を計画的に進められるよう、システム操作の注意事項、事前学習概要、過去の実習資料を学生に提供する。

2) 事前学習单元は 1 ヶ月の期間で、導入→基本→標準→応用と易しい教材（論理図、電気回路）から難しい教材（CPU、USB）と学習内容を確認しながら繰り返すスパイラル教育の考えを取り入れた教材を提供する。

3) 事前学習報告は、SMM に用意した掲示板形式の報告フォームに学習日の日報を学生がアクセスして書き込む方法とした。

4) 企業担当者は、学生の学習進捗状況を SMM 内のチェックシート、履歴、カレンダーによって確認を行い、理解不足や興味・意欲の減少等の問題が発生した場合は、速やかに掲示板を利用して支援を行う。

5) 修了時の学習後アンケートにより、事前学習の効果を確認する。

図 30 は、表 5 の LSI 設計学習手順を流れ図として示す。

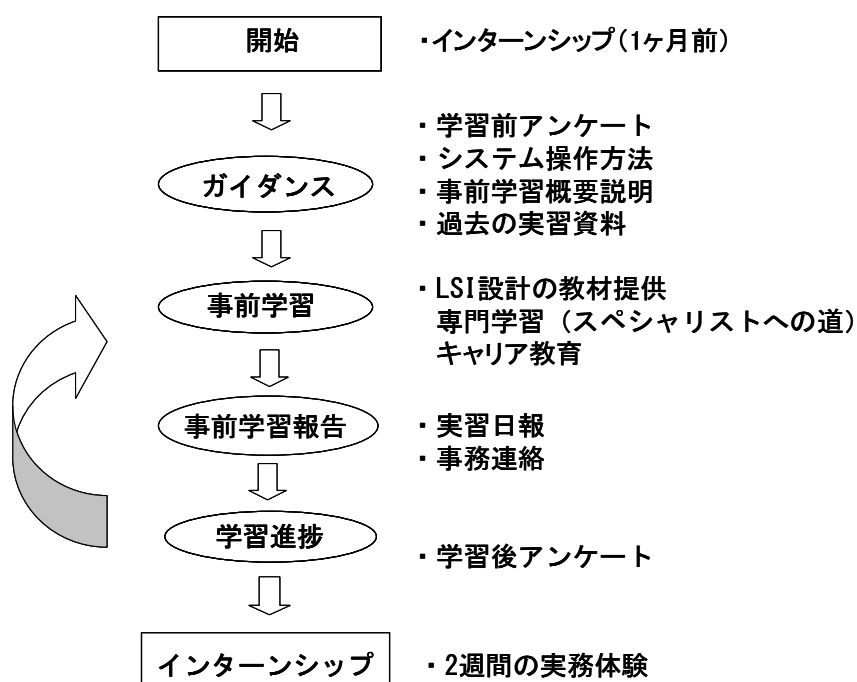


図 30 PSS-WBT の運用フロー

図 31 は、LSI 設計を学習する内容を示す。図中の A) は、LSI 設計の必要知識として、半導体の基本的内容を学習する。B) は、論理設計/回路特性について

学習して、C) のレイアウト設計を行う。そのために論理図から回路図変換する知識を先に理解する事も必要である。

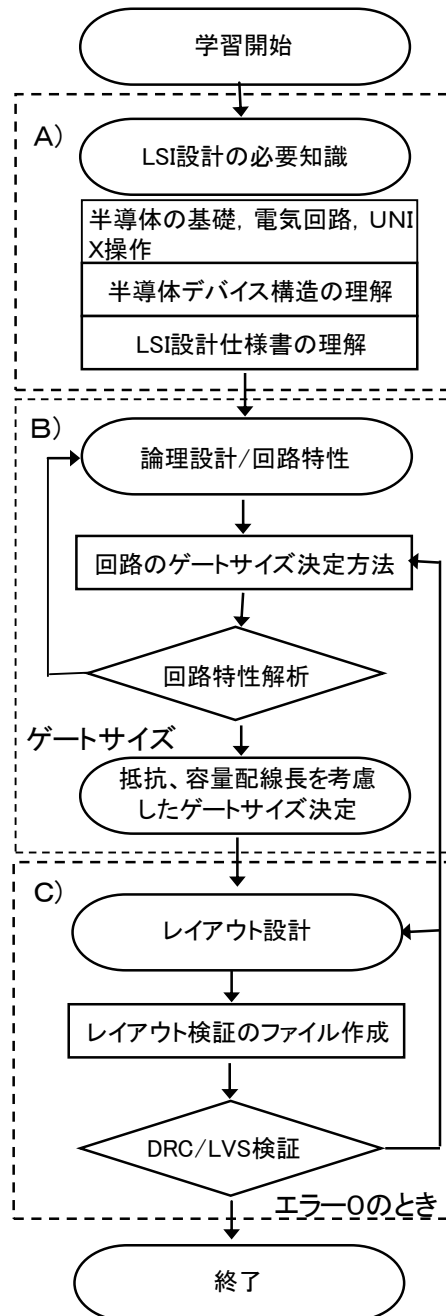


図 31 LSI 設計学習の流れ

第 5 章

インターンシップの事前学習支援に導入した PSS-WBT に関する利用効果の評価検証

4.2①②③に示した課題を達成するため、インターンシップに必要な基礎専門知識を習得する事前学習をD社は、導入した。その支援にPSS-WBTを開発して、試用による操作性の確認を行った。そして、インターンシップに事前学習を導入して支援に利用したPSS-WBTの利用効果を検証した。

5.1 PSS-WBT の問題点と改善方法

開発したPSS-WBTの操作性を確認するために、工学系学生17名に試用してもらった。試用は、表4に示した事前学習内容を図30と図31の流れに従って行った。

ブラウザー表示、見易さ、教材データ、セキュリティに関して掲示板を用いて学生に感想を求めた。これらの結果より、幾つかの問題点が明らかになった。

表6に開発に出やすい問題点と改善方法を示す。

表 6 PSS-WBT の開発に出た出やすい問題点と改善方法

項目	問題点	改善方法
ブラウザー表示	TMOM の教材にリンクされていない URL データがある.	再度, リンクデータを確認し, 修正する.
	ブラウザーによって, データ表示ができない.	ガイダンスにてブラウザーとソフトウェアに対応するプラグインが必要である説明をする.
	リンク先データにプラグインが必要なソフトウェアがある.	
見易さ	TMOM の学習項目の並びが散文的で, 体系立っていない.	学習実施項目を大中小分類した構成にする.
	TMOM の学習項目が整理されていないので, 解かりにくい.	
	TMOM のテキスト表示の文字間隔が広く, 文字間隔に一貫性がない.	文字間隔を確認し, 修正する.
教材データ	アンケートの送信前にデータ確認ができる仕様になっていない.	一時確認できるようにプログラムを修正する.
	TMOM の教材項目が多く分かりにくかった.	学習実施項目を大中小分類の構成にする.
	TMOM のデータが重複しているページがあった.	重複データを確認し, 修正する.
	設計事例がなかった.	製品設計事例のビデオを作成して加える. 設計演習ができるビデオや演習・例題を作成して加える.
セキュリティ	SMM の報告データが丸見えで, セキュリティ強化が必要.	個人情報データの格納するフォルダーに入室と同じベーシック認証を追加する.

5.2 PSS-WBT の利用効果の検証と評価

事前学習に用いた PSS-WBT の利用効果検証するために、次の 5.2.1①から 5.2.4④を実施した。

実施方法

- ①PSS-WBT の利用効果を確認するため興味・能力・適性に関する評価。
- ②学生がインターンシップ実習で得られた必要知識の評価を報告内容から評価。
- ③インターンシップが円滑に行われた実習時間の分析から評価。これらの結果から PSS-WBT の利用効果が確認され、本研究の目的である 4.2 の課題が達成された。
- 最後に④企業担当者の実習負担に関する調査結果を示す。

5.2.1 PSS-WBT の利用効果アンケート

事前学習に導入した PSS-WBT の利用効果についてアンケート調査をもとに評価を行った。

PSS-WBT 導入前の 2004 年度から 2008 年度の学生 20 名と導入後の 2009 年度の学生 7 名に対して、インターンシップ事後アンケートによる結果を比較した。表 7 にアンケートの質問と結果を示す。

表 7 アンケートの質問と結果

項目	質問内容	前	後	χ^2
Q1	IS前に提供された事前学習をしましたか	3.6	5.0	107
Q2	LSI設計に必要な知識の整理ができましたか	0.7	5.0	49
Q3	LSI設計を工程通りできましたか	1.5	5.0	65
Q4	実習期間は、適当でしたか	0.7	5.0	49

結果の前・後は、平均値、 χ^2 は、検定値

結果は、1(低い値)～5(高い値)を平均した値と、人数とアンケート点数の積を利用した χ^2 (カイ 2 乗) 検定を示す。検定方法^{(39) (40) (41)}は、SAS や Excel 関数を利用した。

Q1 から Q4 を個別に検定した場合(自由度 4、有意水準 5%)の χ^2 分布値は、9.47 となり、表 7 に求めた χ^2 値から、帰無仮説が棄却され、有意差が見られ、インターンシップに PSS-WBT 導入が関連していると言える。

Q1 から Q4 の平均値を全体検定した結果を表 8 に示す。検定結果は、帰無仮説が棄却しないとなり、有意差が見られない。つまり偏りは、十分に考えられるとなった。だが、期待度数に補正を加えたところ、表 9 の検定結果になり、帰無仮説は、棄却され、導入前と後で、有意差が見られ、インターンシップに PSS-WBT 導入が関連しているとなった。

Q1 の結果は、事前学習の取り組みと LSI 設計の理解が図られ、改善されたと考える。

Q2 の結果は、PSS-WBT の教材充実と、事前学習の進捗把握により、遅れや疑問点などを適切に支援でき、改善されたと考えられる。

Q3 の結果は、事前学習と実習の期間で、学生と企業担当者が PSS-WBT の日報と掲示板により、情報共有化が図られ、進捗確認ができ、実習が工程通りに進められたと考えられる。

Q4 の結果は、学生が PSS-WBT を利用した事前学習を行い、専門基礎知識を整理し、実習担当者が掲示板から学生に支援でき、理解不足の解消が図られ、実習が改善されたと考えられる。

表 8 χ^2 (カイ 2 乗) 検定

	A	B	C	D	E	F
1	観測度数 0	Q1	Q2	Q3	Q4	計
2	導入なし	3.60	0.70	1.50	0.70	6.50
3	導入あり	5.00	5.00	5.00	5.00	20.00
4	計	8.60	5.70	6.50	5.70	26.50
5	Q1 の期待度数 E は, $B4 \times F2 / F4$					
6	期待度数 E	Q1	Q2	Q3	Q4	計
7	導入なし	2.11	1.40	1.59	1.40	6.50
8	導入あり	6.49	4.30	4.91	4.30	20.00
9	計	8.60	5.70	6.50	5.70	26.50
10	検定統計量 T					
11	$(O-E)^2/E$	Q1	Q2	Q3	Q4	
12	χ^2	1.05	0.35	0.01	0.35	
13		0.34	0.11	0.00	0.11	
14	T 値計					2.33

χ^2 の検定内容

(1) 期待度数に補正しない場合

表8の結果から

1 仮説

帰無仮説は、期待度数と比較してずれていか。

対立仮説は、期待度数と比較してずれている。

2 自由度3、有意水準5%と決め、そのときの χ^2 分布の値は、 $k = 7.82$

(χ^2 分布表より)

3 期待度数Eを計算する。

観測度数は、表8のA1からF4を参照し、期待度数は、A5からF9を参照する。

4 検定統計量Tを計算する。

$T = \sum (観測度数O - 期待度数E)^2 / 期待度数E$ の計算は、 $T = 2.33$ となった。
(Table 8のA10からF14を参照する)

5 検定結果

① χ^2 分布の逆関数： $CHIINV(0.05, 3) = 7.82 > 2.33 \Rightarrow T < k$ となり、帰無仮説を採択する。

有意差がなく独立して、2変数に関連はないと言える。

②統計と自由度に対する χ^2 分布： $CHITEST(B2:E3, B7:E8) = 0.51 > 0.05$

③ χ^2 分布の片側確率： $CHIDIST(F14, 3) = 0.51 > 0.05$

(2)期待度数に補正を入れた場合

表9の期待度数は、導入前(-1.0)、導入後(1.0)を補正值として加えた。

検定結果は、 $T = 8.43$ となった。

表 9 期待度数に補正した χ^2 検定

	A	B	C	D	E	F
6	期待度数 E	Q1	Q2	Q3	Q4	計
7	導入前	1.11	0.40	0.59	0.40	2.50
8	導入後	7.49	5.30	5.91	5.30	24.00
9	計	8.60	5.70	6.50	5.70	26.50
10	検定統計量 T					
11	$(O-E)^2/E$	Q1	Q2	Q3	Q4	
12	χ^2	5.59	0.23	1.38	0.23	
13		0.83	0.02	0.14	0.02	
14	T 値計					8.43

① χ^2 分布の逆関数： $CHIINV(0.05, 3) = 7.82 < 8.43 \Rightarrow T > k$ となり、帰無

仮説を棄却する。

有意差が見られ、2変数に関連があると言える。

②統計と自由度に対する

χ^2 分布: $\text{CHITEST}(B2:E3, B7:E8) = 0.038 < 0.05$ (B2:E3は、表8の観測度数)

③ χ^2 分布の片側確率: $\text{CHIDIST}(F14, 3) = 0.038 < 0.05$

5.2.2 企業担当者のインターンシップ学生実習評価

学生がインターンシップ実習を理解したか、毎日の確認会とインターンシップ終了後に提出された実習報告を基に企業担当者である受入れ担当者と実習担当者の評価した結果を図 32 に示す。

評価では、話し方・知識・理解度・やる気・満足感・進捗について学生と面談した。評価点は、理解 (3 点)、普通 (2 点)、理解不足 (1 点) とした。

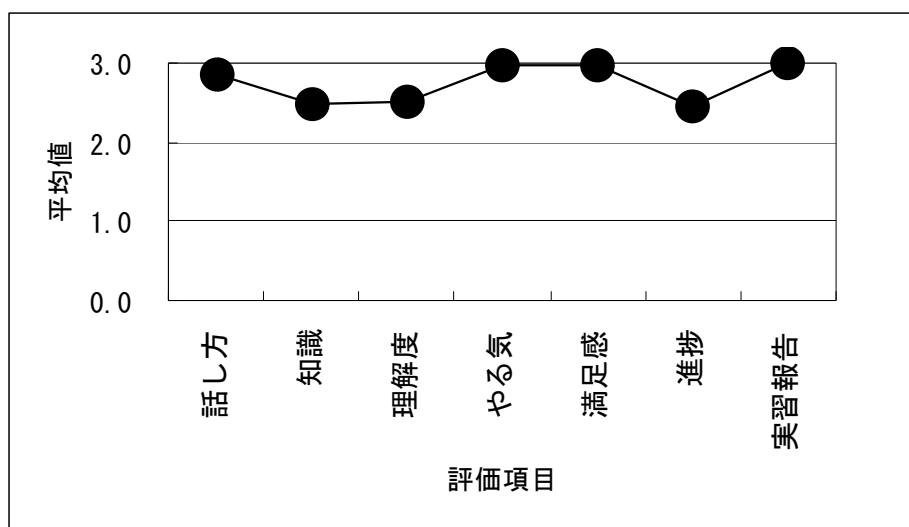


図 32 実習報告の評価 (平均値)

確認会の目的は、学生自身の言葉で説明ができ、理解を深めることである。そのために学生に質問しやすい環境を提供することが重要である。

質問では、PSS-WBT で学んだ内容を実習で確認した。たとえば、図 4 に示した NOT 回路の機能を説明してもらうことで、話し方、知識、理解度、やる気、満足感を評価した。

実習は、日々の確認会のレクチャーと PSS-WBT のブレンデッド形式を取り入れた方法で行った結果、学生の報告評価が、知識 2.5、理解度 2.5、話し方 2.9、進め方(進捗管理)2.5 となった。また、確認会では、学生にモチベーション向上を図る目的で、設計ノウハウや実習報告の整理方法を話したことが、やる気 3.0 や満足感 3.0 になった。

実習報告書評価も作成支援の時間がとれ、評価 3.0 に繋がられた。この方法で、企業担当者と学生間に信頼関係も築けた。

5.2.3 実習の進行に関する評価

PSS-WBT の導入前後で、1 日平均の実習工数比較を行った。工数項目は、教育・実習・確認会と時間外とした。図 33 に導入前後の比較結果を示す。

PSS-WBT を用いて、事前学習を行った結果、基礎専門知識の理解不足が解消され、実習期間に行う学生の知識不足を補う実習担当者の講義（教育）が 3 時間から 1 時間に低減された。また、実習期間（10 日間の 80 時間）の比較で、導入前では、1 日平均 2.5H（10 日で 25 時間）の遅れであったが、導入後は、0.5H（10 日で 5 時間）になった。導入後の遅れは、確認会に学生が積極的に取り組んでくれ、1 日平均 1.5H となり、0.5H の時間外となったため、導入効果は、導入前より 1 日平均 2H の短縮が図れた。

導入後の実習時間外も、学生の WEB 学習や企業担当者と学生間で、実習に関する支援ができ、実習工数削減のみならず、確認会の実施および計画通りの実習に繋がれたと考える。

導入前

勤務時間（8H）		時間外
教育 3H	実習 5.0H	遅れ 2.5H
導入後		
教育 1H	実習 6.0H	確認会 1.5H
		WEB学習 遅れ0.5H

図 33 実習工数の分析(時間:H)

5.2.4 企業担当者の実習負荷に関する効果検証

インターンシップ期間中の業務と実習がバランスよく進められたか、インターンシップ後に企業担当者に自由記述で調査を行った。

その結果を表 10 に示す。

調査から事前学習に PSS-WBT を用いたことで、勤務時間外でも学生の基礎専門知識の確認ができ、理解不足を効果的に解消する支援ができ、実習担当者が行う基礎専門講義の低減が図れ、実習指導と日常作業が両立できたと考えられる。

表 10 インターンシップ後の企業担当者の実習負荷調査

受け入れ担当者

- ・ 学生の基礎専門知識の質向上が図られた。
- ・ 大学で学んだ知識と企業が求める知識のギャップを埋める架け橋になった。
- ・ 実習に臨む学生の仕事に対する不安感を軽減できた。
- ・ 学生の実習報告が WEB 上で確認できた。
- ・ 学生への連絡が円滑にできた。

実習担当者

- ・ 会社以外の自宅で何時でも実習に必要な情報や基礎専門知識の学習支援ができた。
- ・ 学生の理解度を WEB 上で確認して、学習支援ができた。
- ・ 学生に提供する講義時間が低減でき、実習に集中できた。
- ・ 実習が計画通りに進み、学生が達成感を味わえた。
- ・ 実習報告書の作成支援ができた。

第 6 章

結論

本研究は、「LSI 設計業務におけるインターンシップ事前学習支援 WBT システムの研究」として、学生がインターンシップに臨むために、大学で学んだ基礎専門知識と仕事に必要な知識のギャップを埋める架け橋となる取り組み方法と学習支援となるシステム開発の提案である。

インターンシップは、学生にとって、興味ある職業を実務体験し、能力、適正、技能を見極め、希望する職業の意思決定に与える良い方法^{(14) (42)}である。

研究では、インターンシップ全過程を事前学習（30 日間）と実務体験（10 日間）に分け、提案システム（PSS-WBT）を開発するために、社内教育システムを調査および分析して、提案システムである PSS-WBT の開発を進め、試行した結果、1.2 で紹介した先行研究と同レベルの効果が示された。

第 2 章では、D 社が行ったインターンシップの流れから、その問題となった事柄を示し、その解決策から事前学習の必要性を述べた。

第 3 章では、事前学習を実施するため、必要となるコンテンツ制作に社内教育の教材制作方法を調査分析した。特に新人教育の教材制作を調査して、HTML 化した e ラーニング教材制作の方法を述べた。

第 4 章は、第 3 章で制作したコンテンツを実装する教材提供モジュール、学生の登録および入出確認を行うユーザー管理モジュール、インターンシップ全過程の学生と企業・学校の担当者が学習進捗を確認する学習管理モジュール、そして、学生にキャリア形成支援をするキャリア教育モジュールを持った PSS-WBT の開発について述べた。これらのモジュールは、著者が、長年携わってきた採用と社員教育のノウハウを分析した結果である。また、5 つのモジュールをインターンシップ全過程に利用することが、インターンシップ運営に役立つ方法である。

参考に 1.2、4, 1, 2 で述べた CMS・LMS を統合したパッケージソフト⁽¹⁹⁾の利

用も試みた。代表的な Moodle は、UNIX 版と WINDOWS 版が用意されている。

自宅サーバー用として、WINDOWS 版のインストーラは、サーバー知識がなくても、インストール画面に従って操作すれば、自動的に AMP 機能を備えたサーバー構築ができる。

コンテンツは、既存の e ラーニング CAI を貼り付け、或いは、エディタ機能を利用して HTML 作成ができ、学生に学習支援の提供ができる。また、学生の入退出管理、アンケート作成および集計機能、添付可能な掲示板が用意されている。

ホスティングサービスプロバイダーでも、UNIX 版のインストーラが用意され、多少の UNIX 知識があれば、インストール画面に従って、簡単にサーバー構築ができる。

更なる普及をするために、インストールマニュアルや操作マニュアルの整備と CAI 機能の強化が必要と思われる。

最後に開発した 4.3.3 の TMOM 画面を付録の図 34-3 から図 34-11 に示す。

図 34-3 から図 34-6 は、事前学習を実施するためのガイダンス画面で、注意事項や学習方法を示した。図 34-6 は、過去に実施したインターンシップの報告内容（氏名を削除した）や実習報告書を掲載した。これらのインターンシップ情報で、これから実施する学生にやる気を与えられた。

図 34-7 は、LSI 設計の基本的な項目を学習するコンテンツである。

図 34-8 は、基本的な論理回路をレイアウト設計するための学習画面である。

図 34-9 は、スペシャリストの道として、論理講座の編集画面を示す。

図 34-10 は、生産管理を学習する画面を示す。

今後の研究課題は、CMS・LMSを利用し、PSS-WBTを発展させ、CAI教材の開発、文献情報のブラッシュアップ、掲示板形式に音声・VODを取り入れた IS-WBTにして行く。

この論文が、インターンシップを実施する企業の参考になれば幸いです。

付録

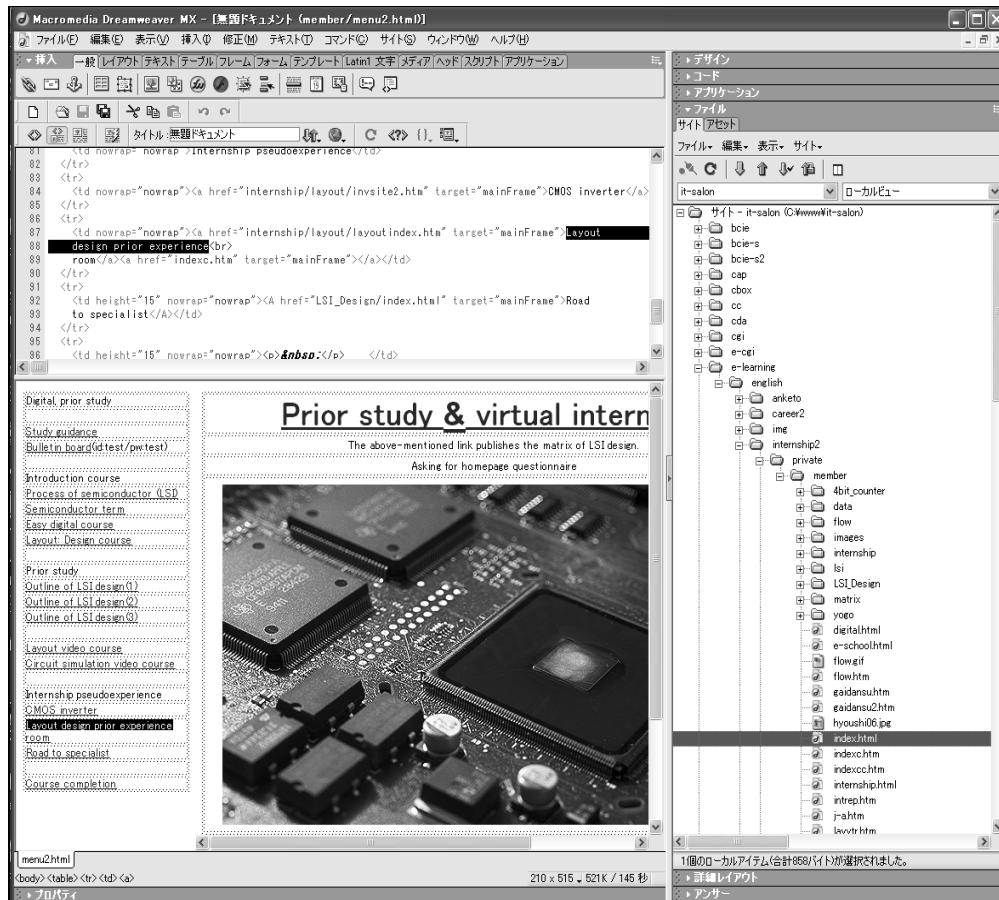


図 34-1 オーサリングツールの HTML 編集

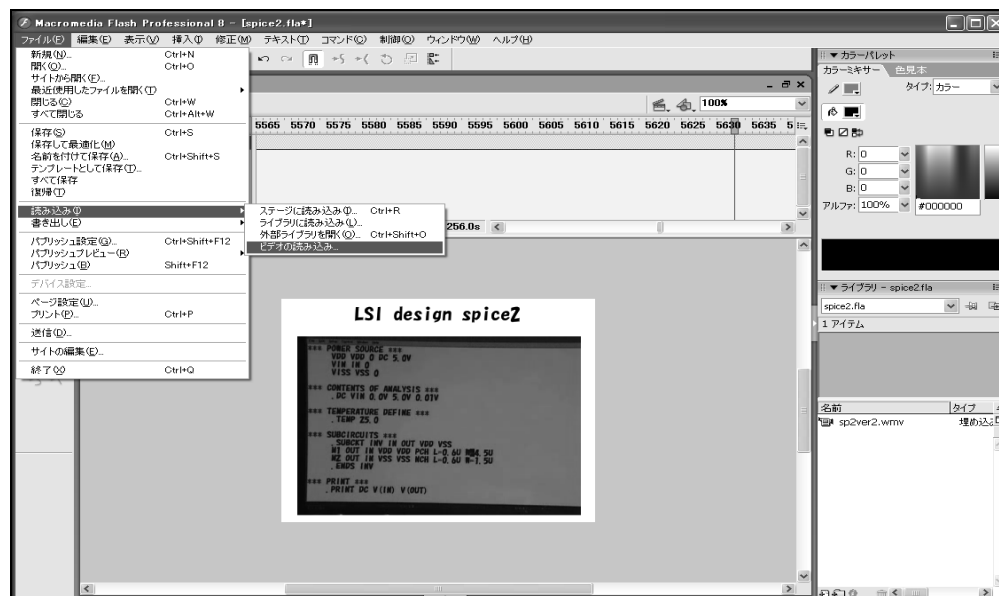


図 34-2 VDO 編集（ビデオ学習 VTR）

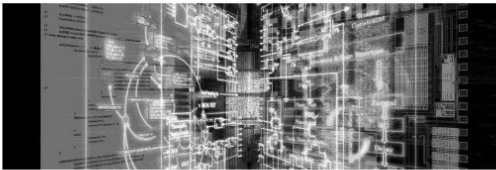
教材提供 (LSI設計編)	ようこそバーチャルインターンシップへ		
1. ガイダンス ガイダンス (過去の実習データ含む) LSI情報館 自習学習室			
アンケートお願いします 学習前アンケート 学習後アンケート ここから事前学習です	学習ガイダンスおよび実習報告		
2. 事前学習 LSI開発の基礎 導入学習 導入教材 導入提供 導入交互自習掲示板 専門学習 専門教材 専門提供 VOD学習 VOD教材 VOD提供	学習内容の説明 レイアウト設計の話 過去のインターンシップ情報 学習ガイダンス 最初に戻る		
3. スペシャリストへの道 レイアウト設計体験学習 Verilog-HDL論理講座 労働生産性講座 ここまでが事前学習です 自習確認:問題1 自習確認:問題2 自習確認アンケート	<p>インターンシップは、論理回路です。 皆さんがLSI設計に必要な専門知識を整理する支援をするサイトです。 LSI事前学習とレイアウト設計事前体験室を学習してくださいね。 また、今回論理設計中心なので、LSIスペシャリストの道のVerilog-HDLを学習して下さい。 UNIXマシンの操作方法を覚えてください。 みなさん、バーチャルインターンシップの趣旨をお話します。 (バーチャルインターンシップ: BISと称する) BISは、業務体験全てを理解する事では、ありません。 理工系学生で、半導体に関心がある、興味がある、知りたい、教養・知識としたい。 そんな学生を歓迎します。 半導体分野へ就職を希望する学生にとっては、どんな知識が必要なのか、何を勉強したら良いのか、学生の道標になればと言う気持ちでBISを制作しました。</p> <p>資料として、新人教育を参考にして、制作しました。 このサイトは、専門知識をみなさんが整理できるようにする目的で作成しています。このサイトでは、完全な学習はできません。完全な専門知識を理解したいみなさんは、関係研究室にお入りください。 整理のしかたを知りたいみなさんはキャリア支援室をご利用ください。</p> <p>おねがい BISの開始前と終了後にアンケート記入をお願いします。 特にBISを行った結果、何か気がついた事や分かりにくい事、良かった事を記入ください。</p>		
講座のはじめにもどる 表紙にもどる			

図 34-3 画面 1 ガイダンスあいさつ

教材提供 (LSI設計編)	学習内容の説明 過去のインターンシップ情報 学習ガイダンス 最初に戻る		
1. ガイダンス ガイダンス (過去の実習データ含む) LSI情報館 自習学習室	レイアウト設計の話をお願いします。		
アンケートお願いします 学習前アンケート 学習後アンケート ここから事前学習です	<p>レイアウト設計は、論路設計により作成された論理回路(ネットリスト)に従い、フォトマスク(LSI製造・露光工程)で用いられるLSI回路パターン(レイアウトの原版)に描画するためのマスクパターンレイアウトを作成する工程をいいます。</p> <p>LSIの仕様や機能を満足させるよう、トランジスタ、抵抗、容量などの素子寸法を決めながら配置し、これらの素子間を配線します。その際プロセスに適合した設計ルールに従う必要があります。また、電気特性を考慮しながら配置配線の最適化を行い、できる限りチップ面積を小さくする努力が必要です。</p> <p>レイアウト設計(に限らないが)に最低限必要なスキルとして以下に示します。学生さんとして最低限身に付けて欲しいスキルです。スキル項目</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ブール代数 2. 2進数、16進数 3. オームの法則 4. キルヒホッフの法則 		
2. 事前学習 LSI開発の基礎 導入学習 導入教材 導入提供 導入交互自習掲示板 専門学習 専門教材 専門提供 VOD学習 VOD教材 VOD提供	<p>社会人になっても間にも合うスキル</p> <ol style="list-style-type: none"> 5. 論理やゲートの交換方法 6. CMOSのスイッチング動作の理屈 7. UNIX(基本操作) 8. スクリプト言語(シェル、awkなど) 9. 更なる専門的知識の習得 <p>LSI技術が日進月歩で進化しています。勉強を怠ったなら一瞬のうちに引き離されてしまいます。 「社会人になると勉強も卒業だ」などと思ってはなりません。社会人になってからが本当の勉強の始まりなのです。 頑張ってください学生諸君！</p> <p>【語句の解説】 1) CMOS: Complementary Metal-Oxide Semiconductor Nチャネル型MOSFETとPチャネル型MOSFETを組み合わせたコンプリメンタル (Complementa相補) 型の論理回路。 動作時に必ず一方がオフになるため消費電力が極めて小さい。プロセスはやや複雑だが、高集積化に向いており、LSIの主流となっている。2) FET: Field effect transistor(電界効果型トランジスタ) ゲート電極に電圧をかけ、チャンネルの電界により電子または正孔の流れに閾門(ゲート)を設ける原理で、ソース・ドレイン端子間の電流を制御するトランジスタ3) ネットリスト: Net List LSI論理回路の接続関係を表した設計データでコンピュータが処理できる形式になっている。 自動設計用ソフトウェアに入力することで自動配置配線を行いレイアウトデータが生成される。</p>		
3. スペシャリストへの道 レイアウト設計体験学習 Verilog-HDL論理講座 労働生産性講座 ここまでが事前学習です 自習確認:問題1 自習確認:問題2 自習確認アンケート			
講座のはじめにもどる 表紙にもどる			

図 34-4 画面 2 ガイダンス学習内容の説明

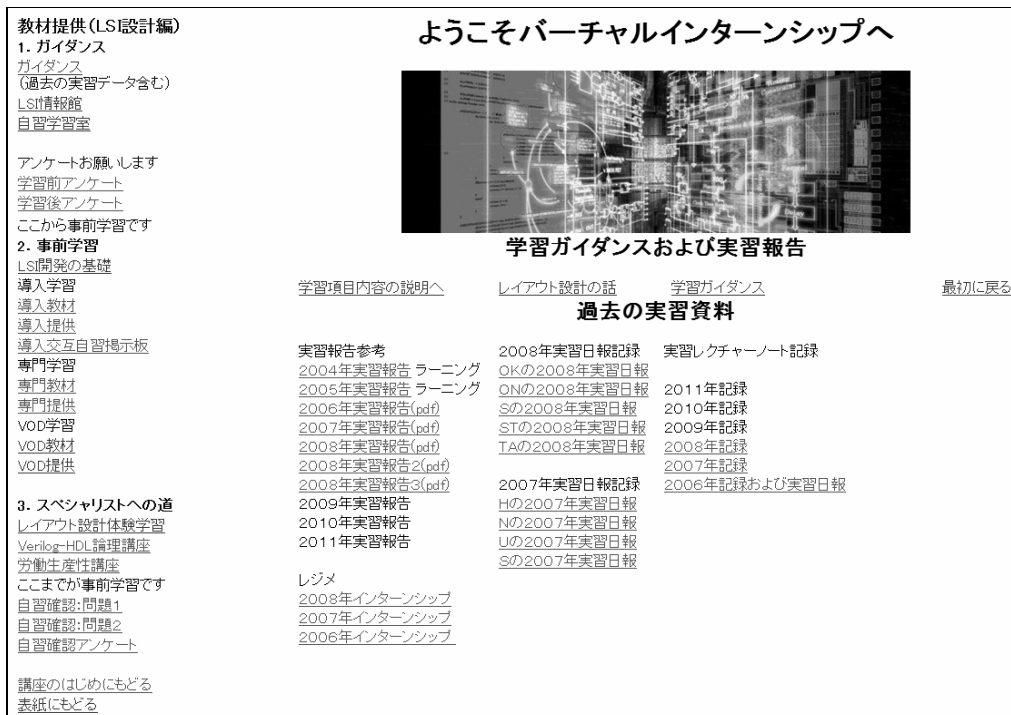


図 34-5 画面 3 ガイダンス過去の實習資料

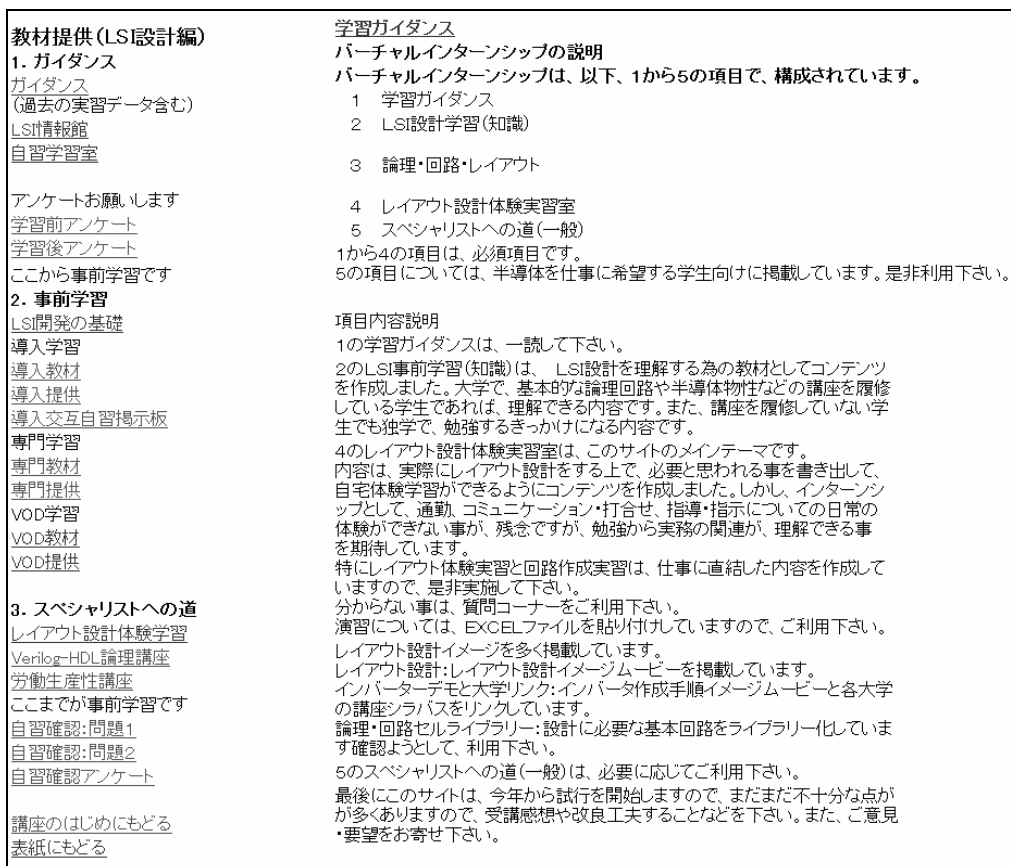


図 34-6 画面 4 ガイダンス設計項目の説明

教材提供 (LSI設計編)

1. ガイダンス
[ガイダンス](#)
 (過去の実習データ含む)
[LSI情報館](#)
[自習学習室](#)

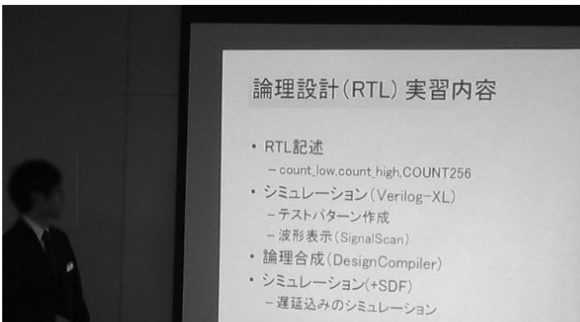
アンケートお願いします
[学習前アンケート](#)
[学習後アンケート](#)
[ここから事前学習です](#)

2. 事前学習
[LSI開発の基礎](#)
[導入学習](#)
[導入教材](#)
[導入提供](#)
[導入交互自習掲示板](#)
[専門学習](#)
[専門教材](#)
[専門提供](#)
[VOD学習](#)
[VOD教材](#)
[VOD提供](#)

3. スペシャリストへの道
[レイアウト設計体験学習](#)
[Verilog-HDL論理講座](#)
[労働生産性講座](#)
[ここまでが事前学習です](#)
[自習確認:問題1](#)
[自習確認:問題2](#)
[自習確認アンケート](#)

[講座の\(はじめ\)にもどる](#)
[表紙にもどる](#)

HDL 設計入門
 MENU



論理設計 (RTL) 実習内容

- RTL記述
 - count_low, count_high, COUNT256
- シミュレーション (Verilog-XL)
 - テストパターン作成
 - 波形表示 (SignalScan)
- 論理合成 (Design Compiler)
- シミュレーション(+SDF)
 - 遅延込みのシミュレーション

図 34-7 画面 5 LSI 設計開発の基礎 (LSI 設計講座)

レイアウト設計実習室 (自分で設計体験をしてみよう)

[レイアウト設計概要](#)
[LSI制作期間\(例\)](#)
[LSI設計概要](#)
[論理・回路セルライブラリー](#)
[最初に戻る](#)

論理回路演習 (知識の整理)

[CMOS Inverter](#)
[インバータ](#)
[2NAND](#)
[2NOR](#)
[3NAND](#)
[2NAND2NOR](#)
[SR-FF](#)
[SR-DFF](#)


[演習解答用紙 \(EXCELシート\)](#)

レイアウト体験実習

[レイアウト設計](#)
[DRC検証](#)
[LVS検証](#)

[メニューに戻る](#)

研修ビデオ1



研修ビデオ2




図 34-8 画面 6 レイアウト設計事前体験学習

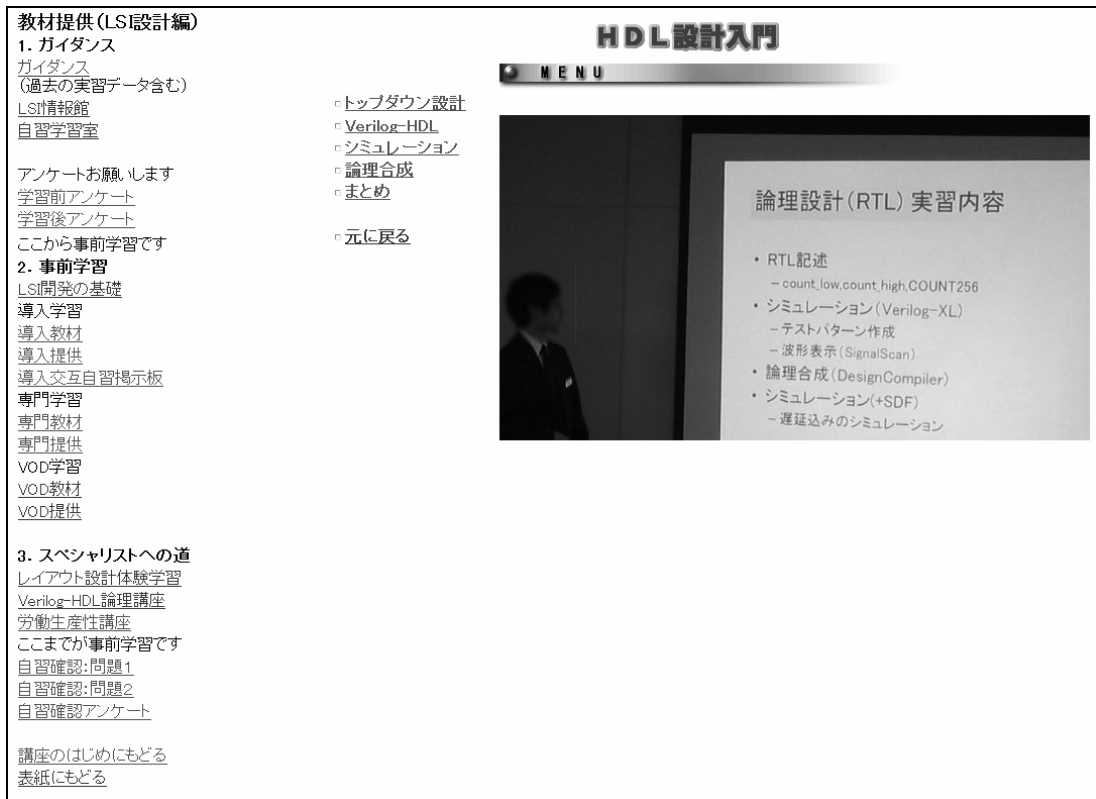


図 34-9 画面 8 VeriLog-HDL 論理講座



図 34-10 画面 9 労働生産性講座

レイアウト 設計実習室 (自分で設計体験をしてみよう)

[レイアウト設計概要](#)
[LSI制作期間\(例\)](#)
[LSI設計概要](#)
[論理・回路セルライブラリー](#)
[最初に戻る](#)

[レイアウト設計概要](#)
[レイアウト設計仕様](#)

[基本セル設計\(ビデオ\)](#)
[セル設計\(PDF\)](#)

[機能モジュール設計](#)
[機能設計演習](#)

[全体\(CHIP\)設計](#)
[ホットスコープ](#)

基本回路設計(設計イメージ図)

(1)2NANDを作成して下さい。


(2)3NANDを作成して下さい。

回路をイメージし、ラフ図を机上で、作成してから下の演習用 EXCEL シートを利用して完成して下さい。

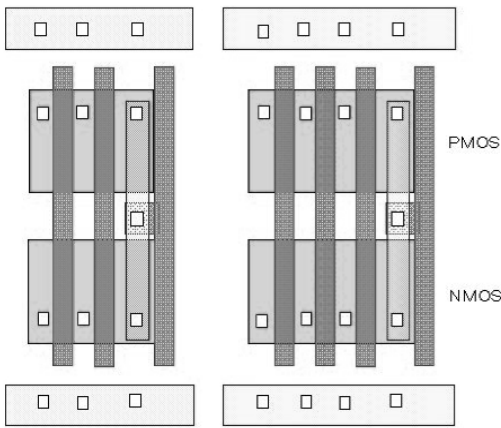
[レイアウト演習解答 \(EXCELシート\)](#)

LSI設計 (レイアウト研修風景ビデオ編)

レイアウト研修風景



テンプレート



PMOS

NMOS

図 34-11 画面 7 LSI 設計演習

設計基準(層名と層番号の対応)

色のルールは、わかれば良い

層名	記号	層番号
Nウエル	NW	1
N拡散	N	2
P拡散	P	3
ゲートポリ	G	4
コンタクト	CT	5
メタル	M	6
セル枠	WAKU	29
端子名	TEXT	60

層の色

Nウエル

緑

橙

黒

水色

茶



図 34-12 レイアウト設計プロセスルール例

謝辞

本研究は、筆者が、株式会社 DNP エル・エス・アイ・デザインに在籍中にインターンシップに導入した事前学習支援に関する研究をまとめたものである。

本研究で、述べたインターンシップに関する情報を一緒に議論して頂いた大日本印刷株式会社の田中重雄氏、佐藤秀明氏に感謝いたします。また、本研究において、システム実現に協力いただいた有明工業高等専門学校電子情報工学科、徳島大学工学部電気電子工学科、東海大学情報理工学部コンピュータ応用工学科、広島工業大学工学部電子情報工学科、佐賀大学理工学部知能情報システム学科、日本大学生産工学部数理情報工学科の諸先生、学生諸君に感謝いたします。

本論文の内容についてご指導いただいた東海大学情報理工学部コンピュータ応用工学科浅川毅先生に心から感謝いたします。

論文作成およびご指導いただいた立命館アジア太平洋大学アジア太平洋学部 Nishantha, Giguruwa, G.D 先生に心から感謝いたします。

筆者の研究全般および論文内容についてご指導いただいた、佐賀大学理工学部佐賀大学大学院工学系研究科知能情報システム学専攻林田行雄教授、渡辺健次教授、電気電子工学講座深井澄夫先生、先端融合工学講座堂菌浩先生に心から感謝いたします。

大学院情報システム学大講座の特別講義で、御講義いただきました相川正義名誉教授、林田行雄教授、新井康平教授、深井澄夫先生に心から感謝いたします。

最後に筆者の研究全般に、多くの方々にご協力、助言を頂きました。筆者の研究活動に関係する全ての方々に心より感謝の意を表します。

参考論文

田中良一, Nishantha,Giguruwa,G.D.,浅川毅, 林田行雄, ” LSI設計業務におけるインターンシップ事前学習支援WBTシステムの開発と利用効果”, CIEC研究会論文誌, vol.3, (2012-3-26), pp28-35.

参考文献

- (1) 「インターンシップの推進に当たっての基本的考え方」(文部省、通商産業省、労働省) : 平成9年9月18日, <http://www.tohoku.meti.go.jp/sangaku/intern/5/1.htm>
- (2) インターンシップの普及促進(経済産業省、文部科学省、厚生労働省の基本的考え及び施策), http://www.meti.go.jp/policy/innovation_corp/internship-three-ministry.htm
- (3) 厚生労働省研究会, ” インターンシップなど学生の就業体験のあり方”, <http://www.jil.go.jp/jil/kisya/syokuan/970918-01-sy/970918-01-sy.html>.
- (4) 厚生労働省研究会, ” インターンシップの推進に当たっての基本的考え方, <http://www.jil.go.jp/jil/kisya/syokuan/970918-01-sy/970918-01-sy-kihon.html>
- (5) 日経連インターンシップ推進支援センター, <http://www.nikkeiren.or.jp/intern/intern.htm>
- (6) インターンシップ推進支援事務, Internship 推進支援NET, インターンシップの種類, 調査報告等, <http://www.internship-ssc.org/index.html>
- (7) 産学連携教育日本フォーラム, <http://www.npowil.org/index.html#>
- (8) インターンシップ支援サービスキャリア教育, <http://www.npowil.org/service/education.html>
- (9) 「企業向けインターンシップ導入マニュアル」財団法人北海道地域総合振

興機構：平成15年2月，http://www.hkd.meti.go.jp/hokid/intern_manual/intern_manual.pdf

(10) 「インターンシップの導入マニュアル」，財団法人大学コンソーシアム京都，<http://www.consortium.or.jp/student/intern/manual/top.html>

(11) 山本夏樹，“日立製作所のインターンシップ”，日本インターンシップ学会研究会．2004年報，No. 7(2003-3-29).

(12) 小川博，町矢義隆，平方友朗，仁部浩一，藤田和弘，“インターネットによるインターンシップ”，コンピュータ&エデュケーション，VoL.15，(2003). pp.64-70.

(13) 古園佑樹，村越英樹，“個別指導機能を持つ論理回路実験のためのWBTシステム”，IEEJ Trans IA VoL.126，No.11，(2006)，pp1500-1506.

(14) 池田憲彦，“インターンシップ教育の無限の可能性と課題：事前教育の効果に関する一考察”，日本インターンシップ学会．年報12，(2009-07-30)，pp. 25-31.

(15) 生方俊典，吉田信也，大原栄一郎，渋谷二三男，“論理回路シミュレーション”，電子情報通信学会技術報告．Vol.93，No.1，(1993) pp.83-86.

(16) 岸本誠，金子敬一，“教育用論理回路シミュレータの試作”，電子情報通信学会技術報告．Vol. 101,No.609,(2002),pp.61-67.

(17) 石川洋平、塚本尚平，小倉慎司，古賀陽一郎，深井澄夫，“インターネットを利用したLSI 設計自習システムの整備”，2005電子情報通信学会総合大会．D-15-14，(2005-3).

(18) 三池克明，斐品正照，“大学における一般情報教育としての論理回路実習ワークショップの実践と評価”，教育システム情報学会誌．Vol.24，No.4，(2007),pp.352-363.

(19) 学習管理システムLMS (Learning Management System)

Claroline, <http://www.claroline.net/>

Moodle, <http://moodle.org/>

日本イーラーニングコンソシアム事務局，<http://www.elc.or.jp/>

SATT, <http://satt.jp/dev/lms.htm>

- (20) 川見有彦” 企業におけるLearning Management Systemのあり方” , IBM寄稿論文 ProVISION No.35 PP74－81 Fall 2002
- (21) 日本イーラーニングコンソシアム (SCORM) , <http://www.elc.or.jp/>
- (22) 田中良一, 林田行雄, ” 企業における学生インターンシップに必要な専門知識のeラーニング” , JSiSE研究会. vol.22, no.6, (2008-3) ,pp.112-119.
- (23) Aliza Bt. Sarlan, Wan Fatimah Bt Wan Ahmad, Dismas Bismo, “Student Industrial Internship Web Portal,” Proc. Of IEEE International symposium on Information Technology 2008.
- (24) Yukuo Hayashida, Ryouichi Tanaka, and Nishantha Giguruwa”Web-Based Expert Learning System for Student Industrial Internship”, Proceedings of The 4th International Conference on e-Learning, pp197-205 (University of Toronto Canada 16-17 July 2009) .
- (25) 常盤祐司, 住友仁, “大学におけるe-Learningの現と次世代への提案” , IBMプロフェッショナル論文 ProVISION No.35 PP64－73 Fall 2002
- (26) 田中良一, 佐藤秀明, 林田行雄, ” インターンシップの受け入れサポートとして, e ラーニング手法を導入事例” , 教育システム情報学会研究会. vol.22, no.2, (2007-7-14), pp.31-33.
- (27) 田中良一, 林田行雄, ” e ラーニングを利用した回路レイアウト設計模擬実習支援コンテンツの開発” , JSiSE研究会, vol.23, no2, (2008-7),pp.20-25.
- (28) 企画制作：甲南大学理工学部物理学科梅津郁郎, 杉村陽, 阿南工業高等専門学校吉田岳人” 半導体/電子デバイス物理 “, http://kccn.konan-u.ac.jp/physics/semiconductor/top_frame.html
- (29) Fanny Klett, “Improving Engineering Student Learning in a Web-based Learning Space Due to Virtual Reality Techniques and Advanced Interactivity,” Proc. of the 2002 eTEE conference.
- (30) WEBラーニングプラザ, 科学技術振興機構が提供している, <http://weblearningplaza.jst.go.jp/>
- (31) 日本リメディアル教育学会, <http://www.remedial.jp/youshi.html>
- (32) 内田樹の研究室：リメディアルな一日, <http://blog.tatsuru.com/archives/0013>

05.php

(33) ベーシック認証, <http://allabout.co.jp/gm/gc/23780/>

(34) 田中良一, 林田行雄, ” 任意団体でのSNSによる会員交流と公開ページの制作展開について” , JSiSE研究会, vol.24, no1, (2009-5-16),pp.64-69.

(35) 松尾潤, 土屋秀和, 田中良一, 浅川毅, ” ICTとプレゼンテーションを取り入れた参加型授業の学習効果検証” , CIEC研究会論文誌, vol.1, (2010-3-27), p p138-141.

(36) 浅川毅, 小野寺良太, 田中良一, ” ICTとプレゼンテーションに活用した学生参加型授業の教育効果検証” , 東海大学紀要, vol.11, no.2, (2011), pp43-48.

(37) 田中良一, “中堅企業の戦力アップにつながる人材採用を成功させるためにどうするか” JAS論文誌, vol.19, no.1&2,3&4,(2007),ppi1-i8.

(38) CDP協議会委員会, CPDを中心とするキャリア下流側の技術者の能力開発 (Professional Development of Engineers, PDE), <http://www.pdecj.org/aisatsu.html>

(39) カイ2乗検定, <http://aoki2.si.gunma-u.ac.jp/>

(40) SASとEXCEL による統計処理, http://www.cc.u-ryukyu.ac.jp/~minoru/edu/class/hi/Excel_SAS.pdf

(41) Raynald Levesque, SPSS,<http://www.spsstools.net/index.html>

(42) 真鍋 和博, ” インターンシップタイプによる基礎力向上効果と就職活動への影響” , 高良記念研究助成論文 I 研究論文の部, (2010年 CiNii収録論文より) .